REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO (PM_{10}) BASADO EN EL USO DE BIOL COMO AGENTE SUPRESOR EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS INDUSTRIALES EN RÍO SECO, AREQUIPA 2020.

Tesis presentada por los Bachilleres:

Alegría Tejada, Julio César

Cardenas Flores, Diego Alonso

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Ambiental

Asesor:

Mg. Lazarte Arredondo, Sonia

Arequipa – Perú

2021

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA AMBIENTAL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 13 de Octubre del 2021

Dictamen: 001869-C-EPIA-2021

Visto el borrador del expediente 001869, presentado por:

2013700041 - ALEGRIA TEJADA JULIO CESAR
2014221651 - CARDENAS FLORES DIEGO ALONSO

Titulado:

PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO (PM10) BASADO EN EL USO DE BIOL COMO AGENTE SUPRESOR EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS INDUSTRIALES EN RIO SECO, AREQUIPA 2020.

Nuestro dictamen es:

APROBADO

3124 - CAMPOS OLAZAVAL LIZBETH MARIANELLA
DICTAMINADOR



3196 - CHANOVE MANRIQUE ANDREA MARIETA
DICTAMINADOR



3246 - BEJARANO MEZA MARIA ELIZABETH
DICTAMINADOR



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

DEDICATORIAS

A mis padres Juan y Patricia, quienes son el motor que me impulsan a seguir creciendo con esfuerzo y constancia.
A mi hermana Lisa, quien siempre estuvo a mi lado como un ejemplo de superación y compromiso.
A mis abuelos, quienes me guían y protegen desde el cielo.
Y a todas las personas que estuvieron presentes en gran parte de mi vida universitaria y profesional, gracias por su amistad.

Diego

A mis padres Miguel Ángel y Noemi, quienes me dan su apoyo incondicional. A mis hermanos Miguelo, Allison y Rafael, por hacer de mi vida más colorida.

Al resto de mi familia por acompañarme siempre.

A mis amigos y a todas las personas que estuvieron presentes durante mi formación universitaria.

Julio César

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por estar presente en cada uno de nuestros pasos. A nuestros padres por su apoyo e impulso. A nuestra casa de estudios, docentes y todos los que nos apoyaron en el desarrollo de esta investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

RESUMEN

El material particulado PM_{10} (polvo) se trata de un agente contaminante el cual deteriora la calidad del aire en la ciudad Arequipa, siendo un problema para el medio ambiente y a la comunidad. La gestión inadecuada y despreocupación de las autoridades locales, así como del sector privado, ha provocado que factores como la falta de pavimentación de vías y el crecimiento del parque automotor, sean la principal fuente de generación de este agente físico.

Esta investigación toma como objeto de estudio una Empresa Privada de Servicios Industriales Múltiples ubicada en el Parque Industrial de Rio Seco, Cerro Colorado, uno de los distritos de la ciudad con mayor nivel de polvo ambiental debido a la propia naturaleza del suelo, como también a la gran cantidad de caminos sin pavimentar. Por ello, la tesis propone un Plan de Gestión para el control de polvo en la empresa, para así minimizar el impacto generado por el material particulado.

Este plan cuenta con acciones preventivas, dirigidas al personal; y una acción correctiva el cual utiliza biol (lixiviado orgánico) como agente supresor para ser aplicado sobre la vía de ingreso a la empresa, debido a su mayor eficiencia respecto al método convencional (uso de agua).

En un primer lugar, se tomó información de la empresa utilizando la entrevista abierta como instrumento de recopilación de información. Por otro lado, se realizó una medición del nivel del material particulado, para saber la situación actual de la empresa de cara a este problema y realizar un correcto análisis de este. El resultado obtenido de esta medición fue de 136.5418 µg/m3, valor que supera el Estándar de Calidad Ambiental.

Posteriormente, se procedió a la determinación de la dosificación óptima de biol que se utilizará para la medida correctiva del Plan de Gestión. Para este objetivo se realizaron pruebas de campo en tres puntos (cuadrantes) distintos de la vía de ingreso a la empresa, donde se aplicó 3 diferentes soluciones de 1 litro biol + agua: ¾ de biol + ¼ de agua; ¾ de agua + ¼ de biol, ½ de agua + ½ de biol y 1 litro solo de agua. Se tomaron muestras del suelo con las soluciones y estas fueron llevadas a un laboratorio certificado para analizar la cantidad de humedad presente en el suelo. También se tomó los tiempos de secado de manera observacional. Los resultados de esta experimentación indicaron que la dosificación optima es la que posee una mayor proporción de biol con respecto al agua (¾ biol + ¼ de agua).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Finalmente, con toda la información y datos obtenidos se elaboró una propuesta de Plan de Gestión para el control del material particulado, en el cual se proponen medidas como capacitaciones al personal, mejora de actividades de limpieza (uso de formatos), etc.; como también el riego de vías utilizando una dosificación optima de biol.

Palabras clave: plan de Gestión, material particulado, biol, calidad de aire.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ABSTRACT

The particulate material PM10 (dust) is a pollutant which deteriorates the quality of the air in the city of Arequipa, being a problem for the environment and the community. The inadequate management and carelessness of the local authorities, as well as the private sector, has caused factors such as the lack of paving of roads and the growth of the vehicle fleet, to be the main source of generation of this physical agent.

This research takes as object of study a Private Multiple Industrial Services Company located in the Industrial Park of Rio Seco, Cerro Colorado, one of the districts of the city with the highest level of environmental dust due to the very nature of the soil, as well as to the great number of unpaved roads. For this reason, the thesis proposes a Management Plan for the control of dust in the company, in order to minimize the impact generated by the particulate material.

This plan has preventive actions, aimed at staff; and a corrective action which uses biol (organic leachate) as a suppressing agent to be applied on the way of entry to the company, due to its greater efficiency with respect to the conventional method (use of water).

In the first place, information was taken from the company using the open interview as an information gathering instrument. On the other hand, a measurement of the level of the particulate material was carried out, to know the current situation of the company in the face of this problem and carry out a correct analysis of it. The result obtained from this measurement was 136.5418 µg / m3, a value that exceeds the Environmental Quality Standard.

Subsequently, the optimal dosage of biol that would be used for the corrective measure of the Management Plan was determined. For this objective, field tests were carried out in three different points (quadrants) of the route of entry to the company, where 3 different solutions of 1 liter of biol + water were applied: ¾ of biol + ¼ of water; ¾ of water + ¼ of biol, ½ of water + ½ of biol and 1 liter of water only. Soil samples were taken with the solutions, and these were taken to a certified laboratory to analyze the amount of moisture present in the soil. The drying times were also taken in an observational way. The results of this experimentation indicated that the optimal dosage is the one with a higher proportion of biol with respect to water (¾ biol + ¼ water).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Finally, with all the information and data obtained, a Management Plan proposal for the control of particulate matter was prepared, in which measures such as staff training, improvement of cleaning activities (use of formats), etc. are proposed; as well as the irrigation of roads using an optimal dosage of biol.

Keywords: management plan, particulate matter, biol, air quality.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

INTRODUCCIÓN

Como se sabe, la calidad del aire en una sociedad representa uno de los pilares de mayor importancia en lo que respecta a un ambiente sano y, por consiguiente, una óptima calidad de vida.

A nivel nacional, entidades públicas y privadas han ido implementando de manera progresiva, métodos efectivos que permitan reducir y controlar las emisiones de elementos contaminantes a la atmósfera debido a que la legislación ambiental y las sanciones impuestas por estas, se han intensificado en los últimos años, mostrando más exigencia en cuanto a los estándares que se manejan y al cumplimiento de ellos, afectando directamente los procesos industriales. Sin embargo, factores como la informalidad, el crecimiento del parque automotor y la despreocupación por el mantenimiento de vías en el país, retrasan este avance, imposibilitando que se pueda lograr una calidad buena de este cuerpo ambiental.

A nivel regional, la falta de pavimentación de diversas vías en la ciudad de Arequipa ha ocasionado que el material particulado suspendido en el aire sea uno de los principales contaminantes, cuyos efectos se ven reflejados en diferentes ámbitos como el ecosistema, el clima y la salud humana, entre ellos, la disminución visual de la atmósfera y el aumento de enfermedades cardiopulmonares.

El material particulado puede definirse como un grupo de partículas, tanto sólidas como líquidas suspendidas en el aire, tales como el polvo de vías, polvo de la agricultura, hollín de diésel y las partículas resultantes de los diferentes procesos productivos. (Arciniégas, 2012)

Actualmente un gran número de empresas ubicadas en el Parque Industrial de Rio Seco en la ciudad de Arequipa se ven perjudicadas por el asentamiento de este material en sus instalaciones, ergo, a sus trabajadores; demostrando que la gestión a este problema es insuficiente, ya que la mayor parte de estas empresas no toman acciones correctivas al respecto, creando un ambiente laboral inadecuado debido a los daños hechos en la infraestructura y la generación de problemas respiratorios en los trabajadores. Las pocas empresas que tratan de solucionar este problema lo hacen mediante métodos convencionales, utilizando el agua como agente supresor, debido a que es un recurso de fácil acceso y bajo costo, pero que demuestra poca eficiencia. A pesar de ello, durante los últimos años, han surgido nuevas alternativas de insumos supresores de material particulado, tanto de composición química como biológica, los cuales buscan mantener el suelo húmedo una mayor cantidad de tiempo, y que, a la vez no representen un riesgo para el ambiente, así como para la población.

Esta tesis surge a raíz de brindar una alternativa de solución para la mitigación de polvo frente al método convencional en el cual se utiliza grandes cantidades de agua, el eficaz a corto plazo, más no una solución eficiente al constante levantamiento de polvo generado por lo vehículos que transitan en el lugar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Actualmente son muy escasos o nulos los estudios académicos en el sur del Perú sobre nuevas metodologías de supresión de polvo o soluciones a este tipo de problema ambiental.

En este proyecto de investigación, se aplicaron diversas técnicas y metodologías tanto de gestión como de diseño experimental: el plan de gestión es un instrumento que brinda los elementos necesarios para manejar el impacto que el material particulado genera, buscando reducir los costos de mantenimiento y mejorando la limpieza de los ambientes de la empresa, ofreciendo herramientas de gestión para las labores internas y una alternativa biotecnológica de bajo costo, pero eficiente.

Siendo el biol el agente alternativo a utilizar frente a otro método convencional para la mitigación de polvo, promovemos la investigación de las aplicaciones de este insumo, siendo este un producto de desechos al cual se le da una valorización económica, contribuyendo al surgimiento y mejora de nuevos diseños de producción como lo es la economía verde o economía circular.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DICTAMEN APROBATORIO ..... **I**

DEDICATORIAS ..... **II**

AGRADECIMIENTOS ..... **III**

RESUMEN ..... **IV**

ABSTRACT ..... **VI**

INTRODUCCIÓN ..... **VIII**

ÍNDICE DE CONTENIDOS ..... **X**

CAPÍTULO I **1**

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **2**

1.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL 2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 3
1.3. OBJETIVOS 3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL *3*
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS *3*

CAPÍTULO II **4**

2. FUNDAMENTO TEÓRICO **5**

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 5
2.2. MARCO TEÓRICO 13
2.2.1. MATERIAL PARTICULADO *13*
2.2.1.1. Material Particulado 13
2.2.1.2. Efectos sobre la salud y el medio ambiente 13
2.2.2. AGENTES DE SUPRESIÓN DE MATERIAL PARTICULADO *15*
2.2.2.1. Clasificación 15
2.2.2.2. Productos utilizados para la supresión de material particulado 16
2.2.2.3. Biol 16
2.2.3. GESTIÓN AMBIENTAL *18*
2.2.3.1. Gestión ambiental 18
2.2.3.2. Mitigación ambiental 18
2.2.3.3. Instrumentos de gestión ambiental 18
2.2.3.4. Economía circular 18
2.3. MARCO LEGAL 19

CAPÍTULO III **20**

3. METODOLOGÍA **21**

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN 21

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOPILACIÓN DE DATOS 21
3.2.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA EMPRESA 21
3.2.1.1. Entrevista abierta 21
i. Diseño 21
ii. Validación 22
3.2.2. MEDICIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO 29
3.2.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CAUSAS DEL PROBLEMA 30
3.2.4. DETERMINACIÓN DE DOSIFICACIÓN ÓPTIMA 30
3.2.4.1. Aspectos por considerar 30
i. Obtención y dosificaciones del biol 30
ii. Dosificaciones 32
iii. Clima 32
iv. Suelo 33
v. Sectores y puntos de muestreo 33
3.2.4.2. Experimentación 34
i. Aplicación de biol – Sector 1 34
ii. Aplicación de biol – Sector 2 37
iii. Aplicación de biol – Sector 3 39
3.2.5. ELABORACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN 41
3.2.5.1. Características generales 41
3.2.5.2. Objetivos 42
3.2.5.3. Metas 42
3.2.5.4. Líneas de acción 42
3.2.5.5. Monitoreo y evaluación 43
3.2.5.6. Mejora 43
3.2.5.7. Cronograma 43
3.3. MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS 43

CAPÍTULO IV 45

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 46

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 46
4.1.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA EMPRESA 46
4.1.1.1. Resultados de la entrevista escrita 46
4.1.2. MEDICIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO 51
4.1.2.1. Planificación 51
4.1.2.2. Campo 51
4.1.2.3. Resultados 52
4.1.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CAUSAS DEL PROBLEMA 53
4.1.4. DETERMINACIÓN DE DOSIFICACIÓN ÓPTIMA 62
4.1.4.1. Aspectos por considerar 62
i. Clima 62
ii. Suelo 65
iii. Sectores y puntos de muestreo 66

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.1.4.2. Planificación 66
4.1.4.3. Campo 66
4.1.4.4. Resultados de contenido de humedad 67
i. Sector 1 67
ii. Sector 2 68
iii. Sector 3 69
4.1.4.5. Resultados de tiempo de secado 70
4.1.4.6. Dosificación óptima 72
4.1.5. PLAN DE GESTIÓN 77
4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 77

CAPÍTULO V 80

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 81

5.1. CONCLUSIONES 81
5.2. RECOMENDACIONES 82

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 83

APÉNDICES Y ANEXOS 87

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 COMPOSICIÓN DEL BIOL 17
TABLA 2 EXPERTOS PARA LA VALIDACIÓN DE LA ENTREVISTA 23
TABLA 3 PONDERACIÓN EN LA ESCALA LIKERT 24
TABLA 4 MEDIANA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS BLOQUES DE CONTENIDO GRADO DE CONSENSO 25
TABLA 5 CALIFICACIONES DE LOS EXPERTOS – IMPORTANCIA 26
TABLA 6 CALIFICACIONES DE LOS EXPERTOS – CONTENIDO 26
TABLA 7 CALIFICACIONES DE LOS EXPERTOS – CLARIDAD 26
TABLA 8 SUGERENCIAS Y OBSERVACIONES A LAS PREGUNTAS 28
TABLA 9 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL BIOL 31
TABLA 10 CONCENTRACIONES DE LAS DOSIFICACIONES 32
TABLA 11 RESULTADOS DE LA ENTREVISTA 47
TABLA 12 UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA SAN JOSÉ DE UZUÑA 53
TABLA 13 DATOS HIDROMETEREOLÓGICOS DE LA ESTACIÓN SAN JOSÉ DE UZUÑA 54
TABLA 14 DATOS DE VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO INKABOR 2018-2021 56
TABLA 15 ROSAS DE VIENTOS - INKABOR 2018-2021 MESES DE JUNIO Y NOVIEMBRE 57
TABLA 16 RESULTADOS DEL MUESTREO DE PM_{10} 59
TABLA 17 DATOS METEOROLÓGICOS - ENERO 2021 63
TABLA 18 NUBOSIDAD 64
TABLA 19 CONTENIDO DE HUMEDAD - SECTOR 1 67
TABLA 20 CONTENIDO DE HUMEDAD - SECTOR 2 68
TABLA 21 CONTENIDO DE HUMEDAD - SECTOR 3 69
TABLA 22 TIEMPO DE SECADO 70
TABLA 23 PORCENTAJE DE HUMEDAD CADA 15 MINUTOS 72
TABLA 24 PENDIENTE DEL CONTENIDO DE HUMEDAD - SECTOR 1 75
TABLA 25 PENDIENTE DEL CONTENIDO DE HUMEDAD - SECTOR 2 75
TABLA 26- PENDIENTE DEL CONTENIDO DE HUMEDAD - SECTOR 3 76
TABLA 27 VELOCIDAD DE SECADO - SECTORES 1, 2 Y 3 76
TABLA 28 PORCENTAJE DE LA PENDIENTE - SECTOR 1 78
TABLA 29 PORCENTAJE DE LA PENDIENTE – SECTOR 2 78
TABLA 30 PORCENTAJE DE LA PENDIENTE - SECTOR 3 78

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1 EXTERIORES DE LA EMPRESA 46
FOTOGRAFÍA 2 EQUIPO DE MUESTREO DE AIRE 52
FOTOGRAFÍA 3 MUESTREO DE SUELO TRAS LA APLICACIÓN DE BIOL SOBRE LA VÍA DE INGRESO 67

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 ROSA DE VIENTOS - DIRECCIÓN Y VELOCIDAD 54
GRÁFICO 2 ESPINA DE CAUSAS - MATERIAL PARTICULADO EN LA EMPRESA 61
GRÁFICO 3 TIEMPO DE SECADO - SECTOR 1.....71
GRÁFICO 4 TIEMPO DE SECADO - SECTOR 2.....71
GRÁFICO 5 TIEMPO DE SECADO - SECTOR 3.....72
GRÁFICO 6 CONTENIDO DE HUMEDAD - SECTOR 1.....73
GRÁFICO 7 CONTENIDO DE HUMEDAD - SECTOR 2.....74
GRÁFICO 8 CONTENIDO DE HUMEDAD - SECTOR 3.....74

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1 ELABORACIÓN DEL BIOL.....17
IMAGEN 2 FIABILIDAD - IMPORTANCIA.....27
IMAGEN 3 FIABILIDAD - CONTENIDO.....27
IMAGEN 4 FIABILIDAD - CLARIDAD.....27
IMAGEN 5 CUADRANTE - SECTOR 1.....35
IMAGEN 6 CUADRANTE - SECTOR 2.....37
IMAGEN 7 CUADRANTE - SECTOR 3.....39
IMAGEN 8 VISTA DE GOOGLE EARTH – ROSA DE VIENTOS COORDENADAS 19K 251559.992 E ESTACIÓN SAN JOSÉ DE UZUÑA.....55
IMAGEN 9 VISTA DE GOOGLE EARTH - PUNTOS DE MONITOREO EMPRESA INKABOR S.A.C. ..59
IMAGEN 10 PUNTOS DE MUESTREO SECTORES 1, 2 Y 3.....66
IMAGEN 11 SECTOR 1 - COORDENADAS UTM 19K 223666.31 E 8190570.64 S.....68
IMAGEN 12 SECTOR 2 - COORDENADAS UTM 19K 223636.23 E 8190456.92 S.....69
IMAGEN 13 SECTOR 3 - COORDENADAS UTM 19K 223488.64 E 8190187.21 S.....70

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), un aire contaminado representa un riesgo medioambiental para la salud. Son constantes sus mensajes e informes alentando el incumplimiento de los valores límites de contaminantes atmosféricos en el aire que respiramos (Querol, 2018).

La ciudad de Arequipa tiene un clima árido, con precipitaciones anuales menores a los 300mm, y suelos en su mayoría leptosoles (INEI, 2007), sumados a problemáticas como la desertificación e incremento del parque automotor, dan como resultado un incremento considerable del material particulado (polvo) en el aire de la ciudad.

En zonas como Ciudad de Dios o Ciudad Municipal (Cono Norte de Arequipa) donde no todas las vías de tránsito son asfaltadas, los valores de material particulado (PM_{10}) alcanzan los valores de 210 $\mu g/m^3$, siendo el Estándar de Calidad ambiental 100 $\mu g/m^3$. (Diario Correo , 2016)

Desde su funcionamiento, la Empresa Privada de Múltiples Servicios Industriales ubicada en el Parque Industrial de Cerro Colorado en Arequipa, tiene como problema el polvo ambiental presente en sus instalaciones, especialmente entre los meses de marzo a diciembre donde no hay presencia de lluvia. Este material particulado proviene directamente de la carretera no asfaltada el cual es la vía de ingreso al local de la empresa y de los lugares aledaños que están a la intemperie.

Dicho material particulado puede afectar la salud de los trabajadores, así como deteriorar los bienes muebles, equipos, maquinarias, etc.; suponiendo un costo económico para la empresa.

Viendo que la pavimentación de la vía de ingreso no es una opción realista a corto o mediano plazo y debido a su alto coste económico, o reubicación del local, es imperativo para la empresa buscar alternativas de solución eficientes para este problema, en el marco de cumplir con todas las exigencias para la salud y seguridad de los trabajadores, como también para la calidad de los servicios y productos que ofrece la empresa.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La propuesta de un Plan de Gestión, utilizando una dosificación óptima de biol como agente supresor, mejorará el control del material particulado?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer de un Plan de Gestión para el control de material particulado (PM10) basado en el uso de biol como agente supresor de polvo en una Empresa Privada de Servicios Industriales Múltiples.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

i. Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa frente al problema del polvo (PM_{10}) mediante el uso de la entrevista abierta

ii. Llevar a cabo un muestreo de aire para determinar la concentración de actual del material particulado en la vía de ingreso de la empresa.

iii. Realizar el análisis de la problemática y sus causas teniendo en cuenta la información obtenida del muestreo de aire.

iv. Determinar la dosificación óptima de biol a ser utilizada como medida correctiva en la propuesta de plan de gestión.

v. Elaborar la propuesta de Plan de Gestión para el control de material particulado, estableciendo objetivos, metas y acciones.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO II
FUNDAMENTO TEÓRICO

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

i. *"Plan de Acción destinado a la reducción del material particulado, fracción PM10 en el área urbana de Valladolid".*

Debido al incremento de concentración de material particulado que ha sufrido la atmósfera de la región de Valladolid - España en el periodo 2002-2005, y teniendo en cuenta lo indicado en el Real Decreto 1073-2002, se procedió a la elaboración de un plan de acción, cuyo fundamento principal fue el conseguir que los valores de material particulado en la atmósfera desciendan por debajo de los límites establecidos. Los objetivos de este plan fueron: Recuperar la calidad del aire de Valladolid; mantener activo un sistema preventivo contra la aparición de episodios de contaminación por material particulado y el inicio de un programa de vigilancia epidemiológica competente en colaboración con las comunidades sanitarias correspondientes.

El procedimiento que se llevó a cabo inició con la localización del lugar en el cual se aplicaría el Plan de Acción, seguidamente, se realizó la definición de las Autoridades Responsables que llevarían a cabo el Plana; a continuación, se dio la evaluación de la naturaleza actual del material particulado en Valladolid, determinando el origen de la contaminación, para finalizar con la implementación de medidas o proyectos de mejora que se adoptarían en el Plan. (Ayuntamiento de Valladolid, 2006)

ii. *"Diseño de un Plan de Control para ruido, polvo y luz en una planta de elaboración de hormigón".*

La tesis en mención tiene por objetivo el diseño de un plan de control de polvo, luz y ruido en una planta de hormigón ubicada en la provincia del Guayas, Ecuador; esto debido a la evolución que ha tenido la empresa a nivel internacional, lo que conllevó a la organización a regirse bajo normas y reglamentos obligatorios en materia de salud y bienestar de los trabajadores. Para ello, se realizó el levantamiento de información de la empresa, realizando una evaluación situacional correspondiente a los temas de los agentes físicos polvo, luz y ruido, identificando puntos de muestreo en donde existen dificultades, para luego describir los procesos llevados a cabo en estos puntos y seguidamente identificar los riesgos asociados a las actividades. Finalmente, se expusieron las mediciones realizadas a los agentes físicos en los puntos de muestreo, cuyos resultados fueron comparados con la normativa legal correspondiente, identificando los puntos que necesitarán ser estudiados, y con los cuales se desarrollará un plan de muestreo para el control de estos. (Montesdeoca, 2007)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

iii. *"Propuesta para reducir las emisiones de polvo fugitivo en el proceso productivo de una empresa cementera".*

El estudio presentado analiza los problemas actuales y potenciales de la empresa Cementos Lima S.A. con respecto a las emisiones no controladas de polvo liberado al ambiente y sus actividades contaminantes, generando altos costos de mantenimiento y un infructuoso desarrollo sostenible. Se determinó que la fuente que presente mayor criticidad en relación con el desprendimiento de polvo fugitivo, son las canchas abiertas o lugares temporales de almacenamiento, debido a la falta de control existente para la reducción de cortinas de humo de polvo. Así mismo, se determinaron tres raíces principales de los problemas del polvo fugitivo, tomando como base las declaraciones y experiencias de los empleados; estas raíces son: El impacto del material en proceso al caer de una altura considerable; factores meteorológicos adversos como la velocidad del viento; y, por último, la escasa humedad del material en proceso antes de su caída. Seguidamente, se procedió a la evaluación de propuestas de solución, teniendo como referencia las aplicadas en empresas cementeras extranjeras, estableciendo dos alternativas las cuales consistieron en la utilización de un DOMO en cada una de las canchas, lo cual lograría capturar y retener la cortina de polvo fugitivo; y la segunda alternativa que consiste en la implementación de un sistema de aspersión de agua en cada cancha de almacenamiento, con la finalidad de aumentar el porcentaje de humedad en el material que se encuentra en proceso. La elección de la mejor solución es responsabilidad de la empresa Cementos Lima S.A., la cual tomará en cuenta el aspecto económico y de factibilidad. (Sagástegui, 2012)

iv. *"Determinación de la eficiencia del biol con respecto al método tradicional para la mitigación del polvo en el Jirón El Sol sin pavimentar, distrito de Baños del Inca-Cajamarca".*

El proyecto tuvo por objetivo la determinación de la eficiencia del biol con respecto al agua, el cual es el método tradicional para la mitigación de polvo en el jirón El Sol, vía que se encuentra sin pavimentar, ubicado en la ciudad de Cajamarca. La problemática se formuló en base a la comparación de la eficiencia del biol con respecto al uso de agua para la mitigación de polvo. La muestra que se seleccionó fue el jirón El Sol; para el estudio de la variable de eficiencia del biol, se utilizó la observación directa como primera instancia. La vía escogida tenía un trayecto de 624 metros, los cuales fueron divididos en 03 tramos, donde se establecieron espacios de control y experimentales; en los espacios de control se aplicó la metodología tradicional, vertiendo agua, mientras que en los espacios experimentales se aplicaron soluciones de biol y agua. Se procedió a la obtención de 31 muestras de suelo para determinar el contenido de humedad. Con los resultados obtenidos tanto de manera observacional como del laboratorio, se determinó que la utilización de biol en la vía, con respecto al método convencional, es más eficiente, ya que aumenta el tiempo de humedecimiento al 50%, aumentado de manera considerable la mitigación del polvo. (Otoya, 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

v. *"Determinación de la posible factibilidad de uso de Biol en riego de Vías, Tantahuatay, Cajamarca".*

El estudio presentado analiza la factibilidad del uso de una solución de agua más el biol resultante de los procesos de compostaje de residuos orgánicos de la Unidad Productiva Tantahuatay para el riego de vías, ya que, según los principios de la termodinámica, este lograría que se retrase la evaporación del agua, logrando mantener las vías húmedas por un tiempo más prolongado, disminuyendo así la cantidad de agua utilizada para esta actividad, así como la generación de polvo. El estudio utilizó una metodología cuasi experimental tipo C2: Diseño con preprueba, post prueba y grupos intactos. La población considerada fueron el total de vías de la Unidad Productiva, y como muestra fue tomada 1 Km de dichas vías. La recolección de datos fue de tipo observacional, las cuales se registraron en una base de datos. Como conclusión se obtuvo que no se puede asegurar la factibilidad del uso del biol como agente supresor para el riego de vías de la UP Tantahuatay. (Bravo & Rojas, 2016)

vi. *"Métodos de Supresión de Polvo para Evitar el Gasto Excesivo del Recurso Hídrico en la Minería".*

El consumo del recurso hídrico en la minería es hoy en día un tema polémico debido a las cantidades inmensas que se utilizan sin la toma de conciencia necesaria. Es por ello que, en la minería chilena, se ha propuesto una serie de soluciones para la mitigación y el alivio en el gasto de agua; se tratan de productos que reemplazan al agua y sus funciones como tal; muchos de estos recursos tienen efectos negativos en el suelo sobre los que se aplican; así mismo, sufren de deficiencias en ciertas condiciones climáticas. Es por esto que el estudio presentado discrimina estos métodos, con la finalidad de buscar el óptimo para lograr la disminución del consumo de agua que es utilizada para la supresión de polvo en vías de transporte de mineral. Para ello, se llevó a cabo el estudio del uso de supresores de polvo que son requeridos en la actualidad, y con la información que se obtuvo, se realizó un estudio de viabilidad, considerando el comportamiento climático de la zona de estudio. Finalmente, se propuso un plan de aplicación en la mina de La faena de Cabildo, la cual fue escogida debido a la cercanía de las instalaciones, y el método de supresión utilizado para este caso, fue el uso de bischofita (cloruro de magnesio hexahidratado) debido a sus propiedades y su bajo costo. (Peña, 2018)

vii. *"Evaluación de productos para el control de polvo ambiental en caminos mineros".*

El estudio presentado tuvo por finalidad, la evaluación de diferentes metodologías y técnicas de disminución de polvo suspendido en caminos y vías mineras. Se realizó una recopilación de información, para luego realizar la experimentación con cinco productos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

distintos: Hidróxido de magnesio, cloruro de sodio, melaza, TGC y bischofita, algunos de ellos aplicados directamente en los caminos. Utilizando el software Comet y un equipo captador de material particulado tipo E-Sampler, se recopilaron datos de mediciones de polvo, los cuales fueron comparados con datos anteriores tomados por especialistas medioambientales. El producto que presenta mejores resultados es la bischofita; sin embargo, su uso no es recomendable en las temporadas de nevadas, debido a la inseguridad que este presenta al volver a los caminos resbalosos. (Brauer, Giubergia, & Gil-Costa, 2019)

viii. *"Diagnóstico y Control de Material Particulado: Partículas Suspendidas Totales y Fracción Respirable PM10".*

El material particulado es hoy en día, uno de los contaminantes atmosféricos más estudiados; este agente físico es definido como un grupo de partículas sólidas y/o líquidas presentes en la atmósfera, derivadas de cuerpos naturales o antropogénicas, y que poseen un rango amplio de propiedades tanto morfológicas como físicas, químicas y termodinámicas. El artículo presentado brinda una revisión bibliográfica de los impactos generados por la presencia de partículas en la atmósfera, el equipo y metodología de monitoreo, y la aplicación de tecnologías complementarias y tecnologías para su control. (Arciniégas, 2012)

ix. *"Elaboración de un Plan de Gestión Específico para prevenir enfermedades bronco-respiratorias en la planta de Producción de FMU LTDA que tiene como materias primas diferentes tipos de Madera".*

El sector maderero presenta diferentes procesos que exponen a los trabajadores a riesgos profesionales comunes y específicos, los cuales afectan a corto y mediano plazo su actividad laboral; muchas de estas, son producidas por el polvo de la madera, cuyas consecuencias pueden ser asma, bronquitis crónicas, cáncer nasal, etc. Es por ello, que el estudio presentado evalúa a una empresa maderera que presenta este tipo de problemas, pero que no se han registrado de manera adecuada. Se realizó la identificación, análisis y evaluación del ambiente laboral, teniendo en cuenta la incidencia del polvo en los trabajadores, encontrando efectos sobre la salud; posteriormente, se definió un plan de gestión específico para la prevención de enfermedades bronco-respiratorias en los trabajadores. (Andrade & Rocha, 2016)

x. *"Efecto de la contaminación ambiental por Material Particulado $PM_{2.5}$ en el desarrollo psicomotor en niños menores de 5 años en dos Jardines infantiles en Bogotá en el año 2017".*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La investigación presentada tuvo por objetivo evaluar el efecto de la contaminación ambiental por material particulado $PM_{2.5}$ en el desarrollo psicomotor de los niños menores a 5 años de edad, tomando como muestra dos escuelas en Bogotá, uno ubicado en la localidad de Usaquén, cuyos niveles de contaminación por material particulado $PM_{2.5}$ se encuentra dentro del límite permisible, con niveles de 22 $\mu g/m^3$; y la otra escuela ubicada en la localidad de Kennedy, donde las cifras de concentración de $PM_{2.5}$ exceden el límite, superando los 35 $\mu g/m^3$. Si bien es cierto no se encontraron alteraciones en cada una de las áreas, se pudo determinar que mientras el niño se exponía a contaminación por material particulado, menor era su desarrollo con relación a otros niños cuya exposición era menor; aun así, las alteraciones en el desarrollo psicomotor fueron inexistentes. (Baron, Castaño, & Osorio, 2017)

xi. *"Caracterización de bioles de la fermentación anaeróbica de excretas bovinas y porcinas"*

El estudio presentado realizó fermentación anaeróbica de excretas porcina y bovina por un periodo de dos meses. La diferencia entre los tipos de biol obtenidos se determinó mediante el análisis de varianza de un factor para cada uno de los parámetros físicos y químicos. En los violes se monitoreó de manera diaria el pH, temperatura, conductividad Eléctrica, potencial oxido reducción, oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos, porcentajes de cloruro de sodio, sólidos volátiles, sólidos totales, cenizas, humedad y compuestos en su forma iónica. Como resultado de las mediciones, se obtuvo que el contenido de nutrientes de ambos bioles los vuelven aptos para ser utilizados como enriquecedores de fertilizantes. (Cano, y otros, 2016)

xii. *"Estrategia de Prevención, control y mitigación de las emisiones atmosféricas provenientes de actividades de explotación Minera de Carbón a Cielo Abierto".*

La monografía presentada permite conocer estrategias que permiten controlar las emisiones de material particulado generados en la minería, buscando la disminución de los aportes de las fuentes que deterioran tanto la calidad de vida de las personas, como de su entorno, resaltando también los avances de la ingeniería en lo que respecta a la predicción, control y mejora de los riesgos e impactos a la cual se encuentra expuesta la población por la presencia de material particulado. Se obtuvo que el producto Bischofita es el que presenta resultados positivos en las zonas mineras donde se aplicó, mostrando resultados de control durante veinte días; también, se determinó que este producto presenta una mayor durabilidad y eficiencia en las vías mineras durante el temporal seco de la mina, es decir, sin presencia de nieve y lluvias. Para este tipo de casos, es recomendable el uso de melaza, para luego utilizar la bischofita. (De la Ossa, 2019)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

xiii. *"Estudio Comparativo de Supresores de Polvo DASAUT, DL10 PLUS y KNOCKOUT DUSTPLY para la Mitigación de Material Particulado en Vías Yanacocha. Cajamarca."*

En el proyecto de investigación se llevó a cabo la evaluación de la efectividad de tres productos utilizados para la supresión de polvo, derivados de productos orgánicos: El Dasault, el DL10 plus y el Knockout Dustply. Estos productos se aplicaron en zonas estratégicas de la vía Pasamayo, en vías de La Quinua y en Ex marte respectivamente, donde se obtuvieron los siguientes resultados: El Dasault presentó un tiempo de degradación de 180 días, no presentó efectos negativos para el ambiente, y promovió una reducción del 88,9% del material particulado; la aplicación de DL10 Plus no presentó efectos negativos para el ambiente, se trata de un producto 100% biodegradable, y promovió una reducción del 91,89% de material particulado. Por último, la aplicación de Knockout Dustply no presentó efectos negativos al ambiente, y promovió una reducción del 81,6% del material particulado. Seguidamente, evaluó de forma técnica-económica la factibilidad de los tres supresores, obteniendo así que los todos son aptos en su totalidad. (Guivar & Zelada, 2018)

xiv. *"Producción de biol y determinación de sus características físico-químicas".*

La presente investigación tuvo como propósito la elaboración de diferentes tipos de biol y su posterior evaluación fisicoquímica para su uso como bio-estimulante foliar en la producción de hortalizas. La elaboración de este producto se realizó en base a la combinación de tres tipos de estiércol (cunícula, ovino y bovino) en diferentes proporciones, con restos vegetales provenientes del árbol del Neem y raquis de plátanos. Posterior a la elaboración, se llevaron a cabo diferentes evaluaciones fisicoquímicas a los bioles, teniendo en cuenta parámetros como pH, conductividad, y mediciones de los principales macro y micronutrientes. Se determinó que los bioles elaborados no presentan uniformidad en sus parámetros. Se destaca que los bioles O1, O2 y O3, así como el C1, presentan mayores concentraciones de potasio y amonio, mientras que los bioles V1, C3, O2 y O3 presentan mayor contenido de fósforo total. (Pérez, Peña, Lago, Batista, & Hechavarría, 2017)

xv. *"Caracterización Química del Material Particulado Atmosférico del Centro Urbano de Huancayo, Perú. Huancayo".*

La ciudad de Huancayo presenta deteriorada su calidad de aire, siendo el material particulado el principal contaminante. Por ello, la investigación presentada caracteriza la composición del material particulado atmosférico colectado en una estación ubicada en el centro de la ciudad de Huancayo. La colección de material particulado se realizó en el mes de agosto del 2007, y en los meses de enero, abril y mayo del 2008 con un equipo de Bajo Volumen y filtros de 47 mm. Se determinaron las concentraciones de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

material particulado del tipo PM10 y PM2.5, analizando también la composición química de un total de 38 elementos. Los resultados fueron que las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ superaron la normativa anual de calidad de aire. También se obtuvo que estos elementos se concentran en mayor cantidad durante el periodo seco. Este estudio concluye que la problemática del material particulado es una realidad en la ciudad de Huancayo, evidenciando que la fuente de emisión más importante es el sector transporte. (Suarez, Alvarez, & Bendezu, 2017)

xvi. *"Implementación de un sistema de Mitigación de Material Particulado en el área de Chancado mediante la Aplicación de Niebla Seca en la Unidad Minera Belen de la Empresa Minera Titan del Perú S.R.L. Arequipa."*

La Unidad de Producción Belén es una planta de beneficio de minerales, dedicado al procesamiento de minerales tipo polimetálico de la zona sur del Perú. En esta unidad se han cumplido programas de monitoreo ambiental y tareas de mitigación de impactos ambientales negativos, siendo la principal la afectación de la calidad de aire por las altas emisiones de polvo. La planta cuenta con un sistema de mitigación de material particulado deficiente, basado en el riego de vías con cisterna; como consecuencia de ello, el material particulado generado es transportado por acción del viento hacia las demás estructuras, provocando daños en el personal e infraestructura. Este proyecto busca la mitigación de los impactos socio ambientales mediante la mitigación del polvo en su fuente de origen, a través del uso de niebla seca, y así lograr la reducción de manera óptima. (Tejada, 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

xvii. *"Control de Polvo en Caminos no Pavimentados. San Pedro de Montes de Oca".*

Los caminos sin pavimentar son una de las principales fuentes de generación de polvo fugitivo hacia el ambiente, principalmente por el constante recorrido de vehículos de mediano y gran tamaño. La generación de este polvo genera graves afectaciones a las comunidades, ingresando en escuelas, viviendas, centros médicos, etc; así también, genera efectos en la salud de las personas, provocando daños visuales, alegras, problemas respiratorios, etc. El boletín técnico presentado explica de manera bibliográfica el ambiente situacional de Costa Rica respecto al problema del polvo fugitivo, y los productos o posibles soluciones que se podrían aplicar para el control de polvo en caminos no pavimentados, impulsando la aplicación de medidas de mitigación que permitan optimizar la inversión de recursos, y así beneficiar a las personas y el ambiente expuesto a la problemática del material particulado. (Ulate, 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. MATERIAL PARTICULADO

2.2.1.1. Material Particulado

Se trata de un conjunto de elementos sólidos y líquidos, derivadas de sustancias tanto orgánicas como inorgánicas, que se encuentran suspendidos. De acuerdo a lo indicado por el Instituto de Salud Geoambiental (2020), la composición del material particulado varía, encontrando entre sus componentes a los sulfatos, nitratos, amoníaco, cenizas metálicas y agua; algunas de estas partículas como el polvo, la suciedad, el hollín o el humo, son observables a simple vista; otras son tan pequeñas que solo pueden ser detectadas mediante el uso de microscopios electrónicos. (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2018)

2.2.1.2. Efectos sobre la salud y el medio ambiente

La contaminación provocada por el material particulado incluye:

i. Contaminación por PM_{10}

Las PM_{10}, llamadas también partículas inhalables, son aquellas que poseen un tamaño menor a 10 µm, pero más grandes a 2.5 µm de diámetro. Son consideradas contaminantes constituidos por material líquidos y sólidos, y pueden ser generados por fuentes móviles como estacionaras, de forma natural y/o antropogénica. (Canales, Quintero, Castro, & García, 2014)

ii. Contaminación por $PM_{2.5}$

Las $PM_{2.5}$ son partículas de diámetro inferior o igual a 2.5 µm, es decir, 100 veces más finas que un cabello humano, cuyo origen es principalmente en fuentes antropogénicas (emisiones de los vehículos diésel, por ejemplo). Su peligrosidad es relevante para el ser humano, ya que su tamaño hace que sean 100% respirables, generando problemas respiratorios. (Linares & Díaz, 2008)

Los efectos que provoca la contaminación por material particulado se ven reflejado de dos maneras:

iii. Efectos a la salud

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El tamaño de las partículas se encuentra vinculado con su potencial para provocar severos problemas de salud. Las partículas menores a 10 micrómetros suponen un problema mayor, ya que, como se mencionó con anterioridad, ingresan con profundidad a los pulmones, llegando algunas al torrente sanguíneo. (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2018)

La exposición a estas partículas afecta al sistema cardiopulmonar; diversos estudios relacionan la exposición al material particulado con los siguientes problemas:

- Muerte por enfermedades cardiopulmonares.
- Infartos no mortales.
- Irregularidad en los latidos del corazón.
- Asma.
- Reducción de la capacidad pulmonar.

iv. Efectos al ambiente

El deterioro a la visibilidad es uno de los efectos producidos por el material particulado, siendo las partículas $PM_{2.5}$ la causa principal. Dichas partículas interfieren en la transmisión de la luz. La dispersión y absorción de la luz por parte de las partículas genera la degradación de la visibilidad manifestado en la reducción de la distancia de observación. (Ayuntamiento de Valladolid, s.f.)

Las partículas dispersas son transportadas por el viento a largas distancias, provocando sedimentación en distintos cuerpos ambientas: Acidez en lagos y arroyos, reducción de la calidad del sueño, daños en los bosques, contribución a los daños por la lluvia ácida, etc. Generando así un severo daño ambiental. (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.2. AGENTES DE SUPRESIÓN DE MATERIAL PARTICULADO

2.2.2.1. Clasificación

Se pueden encontrar diversas técnicas para evitar el material particulado en suspensión en las carreteras. Cada uno tiene sus ventajas y desventajas, según el clima, condiciones del mineral, etc. (Durán & Peña, 2018).

i. Agua: elemento que evita el levantamiento del material particulado PM_{10}, pero de muy corta duración. Se estima que, dependiendo de factores ambientales del lugar, la duración varía de media a 12 horas, y su efectividad se presenta más en caminos no transitados.

ii. Polímeros Sintéticos: las propiedades de estos compuestos permiten que las partículas del suelo se compacten, endureciendo la superficie y consiguiendo una mayor tensión de rotura. El punto negativo de este método es que, debido a su poca elasticidad tiende a resquebrajarse cuando se ve expuesto condiciones ambientales extremas.

iii. Productos orgánicos no bituminosos: existen tres variedades:

- Los lignosulfonatos, que inducen la ligazón del suelo; poseen propiedades plásticas positivas, lo que impedirá el resquebrajamiento del suelo, permitiendo su compactación, siempre y cuando éste sea arcilloso. Su punto en contra radica en la disminución de su eficiencia cuando se presentan precipitaciones, ya que se trata de un material no hidrorrepelente.
- Los aceites vegetales, provenientes de frutos o semillas, provocan que las partículas del suelo se conformen, generando una costra que impide la suspensión del polvo; sin embargo, su duración es muy corta.
- Las melazas derivadas de la caña de azúcar, las cuales unen temporalmente las partículas del suelo, no obstante, su durabilidad es poca, lo que implica que se realicen constantes aplicaciones.

iv. Productos electroquímicos: son derivados del petróleo y de productos altamente iónicos. Su efecto en el suelo incrementa la compactación de este por la eliminación de las burbujas de aire contenidas entre las partículas.

v. Sales y Cloruros: las más utilizadas son el cloruro de Calcio y el Cloruro de Magnesio; estos suprimen el polvo mediante la atracción de la humedad del ambiente. Las sales presentan mayor eficiencia que el agua, sin embargo, su dependencia de la humedad hace que su composición se traslade del camino al ambiente, produciendo un cambio en sus propiedades fisicoquímicas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

vi. Productos Bituminosos: Juntan las partículas finas manteniéndose compactas. La superficie puede llegar a durar más de un año si posee condiciones adecuadas. Son productos insolubles al agua y no poseen evaporación.

2.2.2.2. Productos utilizados para la supresión de material particulado

i. Fitosoil Forte: supresor de origen vegetal y mineral, elaborado para el control de emisiones difusas. Se utiliza mayormente en zonas donde existe tráfico de maquinaria no pesada.

ii. CBR-PLUS: estabilizador iónico sintético, posee propiedades que reducen la plasticidad del suelo, el hinchamiento y el desprendimiento del polvo. Al igual que el Fitosoil, es recomendable su aplicación en zonas de tránsito de maquinaria no pesada.

iii. Cover Dust: costrante superficial producido para el control de emisiones de material particulado en stock piles y cintas de transporte de material.

iv. Petrosoil: emulsión de bitumen asfáltico y sustancias de origen vegetal de alto peso molecular. Modifican la tensión superficial del suelo, poseen larga duración, lo cual disminuye la cantidad de ciclos de riego.

v. Corpi Dust: se trata de un polímero obtenido a partir de resina vegetal. Estabiliza las carreteras de manera amigable con el ambiente. Aumenta la tracción del suelo.

vi. Road Salt:

- Road Salt-TSP, el cual posee la forma de cristales de agua; compuesto por cloruro de sodio, el cual cementa las partículas del suelo, formando una masa homogénea no contaminante.
- Road Salt-TES, es un estabilizador de suelos que enfrenta en forma concreta la suspensión de polvo en carreteras.

vii. ROADMAG (Bischofita): Se trata de un compuesto de Cloruro de Magnesio Hexahidratado, que funciona de estabilizador químico para caminos sin pavimentar. Cumple la función de aglomerar las partículas finas del terreno captando la humedad presente.

2.2.2.3. Biol

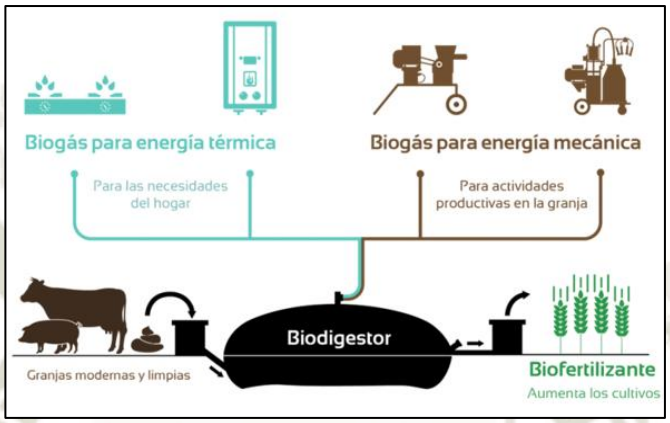
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se trata de un abono orgánico líquido resultante de la degradación anaeróbica de residuos animales y vegetales. Posee nutrientes de fácil asimilación para las plantas, provocando una mayor vigorosidad y resistencia (Instituto Nacional de Investigación Agraria, 2008).

Imagen 1
Elaboración del biol



Fuente: Sistema biol (2015)

La composición química del Biol depende del tipo de residuo orgánico del cual se obtiene, teniendo entre ellos:

Tabla 1
Composición del Biol

Componente	Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3	Fuente 4
pH	7.96	8.1	No menciona	6.7 – 7.9
Materia Seca	4.18 %	4.2	No menciona	1.4%
Nitrógeno total	2.63 g/Kg.	2.4 g/Kg	0.2 g/kg	0.9 g/Kg
NH4	1.27 g/Kg.	1.08 g/Kg.	No menciona	No menciona
Fósforo	0.43 g/Kg.	1.01 g/Kg	0.076 g/kg	0.048 mg/Kg
Potasio	2.66 g/Kg.	2.94 g/Kg	4.2 g/kg	0.29 mg/Kg
Calcio	1.05 g/Kg.	0.50 g/Kg	0.056 g/Kg	2.1 g/Kg
Magnesio	0.38 g/Kg.	No menciona	0.131 g/kg	0.135%
Sodio	0.404 g./Kg.	No menciona	2.1 g/kg	No menciona
Azufre	No menciona	No menciona	6.4 mg/Kg	0.33 mg/l

Fuente: Biol de estiércol de vacuno (Potsch, 2004)

Diversos estudios han comprobado la efectividad del biol como supresor de polvo frente al uso de agua, como indica Jesús Otoya en su investigación sobre la comparación del uso de biol frente al uso de agua en vías no pavimentadas, una eficiencia del abono líquido orgánico superior al 50% frente al método convencional.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.3. GESTIÓN AMBIENTAL

2.2.3.1. Gestión ambiental

La gestión ambiental es un proceso constante, orientado a la administración de intereses y recursos relacionados con la Política Nacional Ambiental y sus objetivos, a fin de alcanzar una mejor calidad de vida para la población, el desarrollo de sus actividades económicas y el mejoramiento del ambiente urbano y rural. (INEI, 2014)

2.2.3.2. Mitigación ambiental

Se trata de un conjunto de procedimientos que busca la disminución y/o aislamiento de sustancias contaminantes en un ambiente dado (Zarantonello, s.f.).

Las medidas de mitigación ambiental conforman acciones desde la prevención hasta la compensación de los impactos ambientales negativos que acompañan al desarrollo de un proyecto, buscando el uso de los recursos naturales involucrados de manera sostenible y la protección del medio ambiente.

2.2.3.3. Instrumentos de gestión ambiental

Se tratan de herramientas que permiten contribuir a la protección del medio ambiente, así como la prevención o mejora de problemas ambientales (SINIA, s.f.). Se trata de estrategias orientadas a concretar un objetivo de la política ambiental (OEFA, 2016).

2.2.3.4. Economía circular

Es una corriente la cual se basa la valorización y aprovechamiento de los desechos generados por la fabricación o elaboración de productos, formando un círculo cerrado de procesos de producción. Este ciclo se basa en diseños de la naturaleza como son ciclos biológicos o químicos.

Dentro de la investigación, adoptamos esta corriente al utilizar el biol, que es un lixiviado orgánico producto de la descomposición anaeróbica de material orgánico, es decir, desechos orgánicos provenientes de diversas fuentes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.3. MARCO LEGAL

i. Ley N° 28611 Ley General del Ambiente

Del Título III, Capítulo III, artículo 113, sobre la calidad ambiental, el cual establece que toda persona natural o jurídica, pública o privada, tiene el deber de contribuir a prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente y de sus componentes. (Ministerio del Ambiente, 2005)

ii. D.S. 003-2017 MINAM Aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para Aire y establece disposiciones complementarias

Los ECAs de Aire son un referente obligatorio para el diseño y aplicación de gestión ambiental, y son aplicables para aquellos parámetros que caracterizan emisiones de actividades productivas, extractivas y de servicios.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Se trata de un proyecto descriptivo-explicativo. Seguirá un nivel descriptivo, ya que pretende denotar la situación y características actuales de la empresa respecto al tema del material particulado, a través de la recolección de datos tanto cuantitativos como cualitativos, de manera bibliográfica y con experimentaciones en campo. A su vez, será de nivel explicativo, presentando un enfoque mixto, ya que no solo buscará describir el problema investigado, sino que también identificará las causas de este, y establecerá una solución o propuesta viable, que, en este caso, es el Plan de Gestión para el control de Material particulado.

3.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOPILACIÓN DE DATOS

3.2.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA EMPRESA

Se realizaron visitas a los exteriores de la empresa con la finalidad de observar y determinar la situación de la organización frente al problema del material particulado.

3.2.1.1. Entrevista abierta

Se elaboró, valoró y aplicó una entrevista escrita de manera virtual a los trabajadores de la empresa con el objetivo de obtener información sobre la situación del material particulado y su perspectiva de los problemas que este agente físico genera.

i. Diseño

Como parte del procedimiento de recolección de información sobre el material particulado en la empresa, se diseñó una entrevista escrita, la cual fue dirigida a un grupo de trabajadores claves, quienes realizan sus labores en diferentes áreas de la empresa, siendo:

- Jefe de planta
- Personal de oficina
- Auxiliar de limpieza

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Encargada de salud ocupacional
- Personal de cafetería
- Personal de seguridad

La entrevista está dividida en tres partes o bloques: afectación del polvo en la empresa (3 preguntas), conocimiento de la problemática en la empresa (3 preguntas) e implementación de medidas de control del polvo (2 preguntas). Algunas de estas preguntas son mixtas cerradas o abiertas, que busca el libre albedrio de la opinión de los entrevistados.

Se utiliza el término polvo para referirnos al material particulado, facilitando la comprensión de las preguntas. Este diseño final de la entrevista es el resultado de un primer borrador al cual se le hicieron modificaciones a las preguntas por un proceso de validación. Cabe mencionar que la entrevista final fue realizada de manera virtual debido a la coyuntura actual por el COVID-19.

El modelo enviado a los entrevistados se encuentra en el Anexo 01

ii. Validación

a. Metodología

El diseño y validez de un instrumento de recolección de datos son factores necesarios para que se garantice la seriedad de la información obtenida en una investigación (Martínez, Sánchez, & Camacho, 2019); es por ello que la validación de nuestra entrevista se llevó a cabo aplicando el método Delphi, el cual es un procedimiento de recopilación de información, que busca la obtención de la opinión de un grupo de expertos determinado, a través de la consulta y consenso. Esta técnica es de carácter cualitativo donde se utiliza el análisis estadístico de resultados. (Reguant & Torrado, 2016)

Se optó por la aplicación de esta metodología debido a la eficacia que ha demostrado siempre que ha sido utilizada; además de ello, se ajustó a nuestra finalidad de obtener opiniones acerca del contenido de nuestra entrevista desde diferentes perspectivas, abordando el tema del problema, manejo y control de material particulado; esto gracias a que el método Delphi presenta una amplia factibilidad para que expertos de distintas ramas de un tema de investigación, lleven a cabo la valoración, manteniendo la heterogeneidad de los jueces, buscando de esta manera asegurar la validez de los resultados; así mismo, esta metodología hace posible la participación de jueces expertos que se encuentran físicamente dispersos. (George, 2018) Acoplándose a nuestras posibilidades, ya que la coyuntura vivida por la COVID-19, presentó dificultades al momento

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

de realizar interacciones presenciales con otras personas, en este caso, con los expertos escogidos.

Teniendo en cuenta que nuestro instrumento fue una entrevista de preguntas abiertas al libre albedrío de la opinión de los trabajadores, es que se tomó como referencia el procedimiento especificado en el artículo: "*Diseño, creación y validación de una entrevista para obtener datos biográficos de carácter deportivo-militar, de los militares que participaron en unos juegos olímpicos";* esto debido a que dicha investigación utiliza el método Delphi para la validación de su entrevista; así también, ésta la similitud que presenta similitud en cuanto al tipo y forma de las preguntas. (Mediavilla & García, 2013)

El procedimiento de validación inicio con la selección del grupo de expertos; para ello, inicialmente se tuvo en cuenta lo indicado por Jon Landeta (2002) en su libro *El método Delphi*, donde indica que "*no existe una forma de determinar el número exacto óptimo de expertos*" (p. 60); y que un experto es "*el individuo cuyos recursos personales le permitan contribuir de manera positiva a la consecución del fin que ha motivado el inicio del método Delphi"* (p. 57).

En base a las definiciones anteriormente mencionadas, optamos por seleccionar tres ingenieros, expertos en temas de medio ambiente y control de polvo.

Tabla 2
Expertos para la validación de la entrevista

EXPERTO	NOMBRE	CALIFICACION PROFESIONAL	EMPRESA DE LABORES	CARGO
1	David Andrés Paredes Pareja	Ingeniero geólogo	Compañía Minera Antamina	Geólogo Staff - Coordinador de Medio Ambiente, gerencia de PDN.
2	Juan Carlos Jordán Arizmendi	Biólogo	Compañía Minera Antamina	Ingeniero Ambiental I
3	Juan José Collacso Terrazas	Ingeniero biotecnológico	Minera Boroo Misquichilca S.A.	Jefe de Permisos – Medio Ambiente

Fuente: Elaboración propia, (2021)

b. Herramienta

Se aplicó a cada una de las preguntas una escala de Likert del 1 al 4, ponderada de la siguiente manera:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 3
Ponderación en la escala Likert

PUNTAJE	DESCRIPCION
1	En desacuerdo
2	Neutral
3	De acuerdo
4	Totalmente de acuerdo

Fuente: Elaboración propia, (2021)

La evaluación de la pregunta se realizó en base a tres factores: **La importancia** de la pregunta en el bloque, **el contenido** de esa pregunta en el bloque donde se encuentra y **la claridad** de la pregunta referida al entendimiento de esta. Así también, se incluyó un apartado de observaciones en el cuadro de evaluación, para que el experto, de manera cualitativa, exponga algún comentario u opción de mejora para esa pregunta. Al final, se añadió un apartado donde se pidió al evaluador experto que realice una valoración general de cada uno de los bloques, con una escala de puntuación del 1 al 10, donde 1 es la menor valoración y 10 la mayor. Todo este procedimiento fue incluido en un formato de validación generado por nosotros mismos.

c. Procedimiento

Luego de haber realizado la selección del grupo de expertos encargados de la validación y habiendo diseñado el borrador de la entrevista, se establecieron como criterios de aplicabilidad el **grado de consenso** y la **fiabilidad** de las respuestas, los cuales fueron determinados de manera estadística.

En el procedimiento consideramos tres fases, de acuerdo con lo establecido por M. Pozo Llorente en su investigación sobre el uso del método Delphi (Pozo, Gutiérrez, & Rodríguez, 2007).

- Fase inicial

En esta fase, se realizó el primer contacto con el grupo de expertos que realizaría la validación de nuestra entrevista. Para ello, se explicó el objetivo de nuestra investigación y se aclararon las dudas que surgieron sobre el proceso de evaluación. Así mismo, se elaboró un formato de validación (Anexo 02), en donde se colocaron las indicaciones de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

evaluación en cada una de las preguntas, así como su escala de valoración y la ponderación.

- Fase de desarrollo

Se realizó el envío del formato de validación de la entrevista el grupo de expertos. Una vez recepcionada la información (Anexo 03), se procedió a realizar el análisis estadístico, calculado la mediana y la desviación estándar de la valoración general de cada uno de los bloques de preguntas, dando a conocer el índice de relevancia de ellos, el cual indica que si es inferior a 0.75, este debe ser modificado, eliminando preguntas de su contenido. Estos cálculos estadísticos son los principales que se emplean en estos tipos de estudios. (Reguant & Torrado, 2016) Fueron hallados mediante el software *Microsoft Office Excel.* Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4
Mediana y desviación estándar de los bloques de contenido
Grado de consenso

CALCULOS ESTADISTICOS	BLOQUES DE CONTENIDO		
	Bloque I Impacto del polvo	Bloque II Conocimiento de la problemática	Bloque III Implementación de medidas de control
Mediana	8	9	9
Desviación estándar	0	0	0.58

Fuente: Elaboración propia, (2021)

Los tres bloques tienen una mediana superior a 8 y una desviación estándar de +/- 1, mostrando así un consenso elevado y una dispersión pequeña de respuestas, según lo recomendado por la ESADE (Esade Campus Barcelona Pedralbes) en el libro de Jon Landeta Rodriguez. (Landeta, 2002)

Posteriormente, para realizar el análisis de fiabilidad de nuestro instrumento, se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach a cada uno de los apartados de la evaluación de las pregunta (importancia, contenido y claridad),Se optó por el uso de este coeficiente debido a su gran utilidad cuando se busca determinar la consistencia de una prueba con una sola dimensión; además de ello, se recomienda utilizar este coeficiente para la evaluación de instrumentos con escalas de veinte ítems (preguntas) o menos. (Celina & Campo-Arias, Aproximación al uso del coeficiente

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Alfa de Cronbach, 2005) Así mismo, teniendo en cuenta que las preguntas establecidas en nuestra entrevista son abiertas, es que no se consideró el uso de otros coeficientes de fiabilidad, como el de **Kuder-Richardson**, ya que éste es aplicable para el cálculo de consistencia interna de ítems valorados dicotómicamente; es decir, preguntas que solo presentan dos opciones posibles. (Celina & Campo-Arias, Propiedades Psicométricas de una Escala: La Consistencia Interna, 2008)

El análisis estadístico de estos datos fue realizado mediante el software *IBM SPSS STATISTICS VISOR* (Anexo 04).

Tabla 5
Calificaciones de los expertos – Importancia

IMPORTANCIA								
EXPERTOS	PREGUNTA 1	PREGUNTA 2	PREGUNTA 3	PREGUNTA 4	PREGUNTA 5	PREGUNTA 6	PREGUNTA 7	PREGUNTA 8
EXPERTO 1	4	4	4	4	4	3	4	4
EXPERTO 2	4	4	4	4	4	3	4	4
EXPERTO 3	3	3	3	4	3	4	3	4

Fuente: Elaboración propia, (2021)

Tabla 6
Calificaciones de los expertos – Contenido

CONTENIDO								
EXPERTOS	PREGUNTA 1	PREGUNTA 2	PREGUNTA 3	PREGUNTA 4	PREGUNTA 5	PREGUNTA 6	PREGUNTA 7	PREGUNTA 8
EXPERTO 1	3	3	2	3	3	4	4	4
EXPERTO 2	4	4	4	4	4	4	3	4
EXPERTO 3	3	3	3	4	3	4	3	4

Fuente: Elaboración propia, (2021)

Tabla 7
Calificaciones de los expertos – Claridad

CLARIDAD								
EXPERTOS	PREGUNTA 1	PREGUNTA 2	PREGUNTA 3	PREGUNTA 4	PREGUNTA 5	PREGUNTA 6	PREGUNTA 7	PREGUNTA 8
EXPERTO 1	3	3	2	3	3	4	4	4
EXPERTO 2	4	4	4	4	4	4	3	4
EXPERTO 3	3	3	3	4	3	4	3	4

Fuente: Elaboración propia

Los valores de **Alfa de Cronbach** entre 0.70 y 0.90 indican una consistencia interna positiva, y, por ende, un nivel notable de aceptación

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

(Celina & Campo, 2005). Los resultados estadísticos que se muestran a continuación para cada uno de los apartados (importancia, contenido y claridad) arrojan valores dentro del rango que establece un alto nivel de fiabilidad:

Imagen 2
Fiabilidad - Importancia

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,750	,750	6

Fuente: Elaboración propia a través de IBM SPSS Statistics Visor, (2021)

Imagen 3
Fiabilidad - Contenido

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,778	,823	7

Fuente: Elaboración propia a través de IBM SPSS Statistics Visor, (2021)

Imagen 4
Fiabilidad - Claridad

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,743	,726	6

Fuente: Elaboración propia a través de IBM SPSS Statistics Visor, (2021)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Posterior a ello, se realizó las modificaciones a la entrevista inicial con las observaciones y sugerencias brindadas por los expertos, las cuales se muestran a continuación:

Tabla 8
Sugerencias y observaciones a las preguntas

PREGUNTA	SUGERENCIAS
1	Modificar la pregunta a "¿Cómo ha afectado?" para determinar si hay efectos negativos de esta condición sobre el personal.
2	Modificar la pregunta a "¿Cómo ha afectado?" para determinar si ya hay efectos negativos de esta condición sobre la infraestructura.
3	Modificar la pregunta a "¿Cómo ha afectado?" para determinar si ya hay efectos negativos de esta condición sobre los equipos.
5	Incluir "¿Ha identificado la(s) fuentes de polvo?"
7	Agregar la pregunta "¿Conoce de alguna medida de control de polvo implementada por la empresa?".

Fuente: Elaboración propia, (2021)

- Fase conclusiva

Habiendo aplicado las correcciones sugeridas por el grupo de expertos, consideramos por terminado el proceso de validación de la entrevista por el alto grado de consenso y fiabilidad.

Instrumento: Entrevista escrita.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.2.2. MEDICIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO

La medición del material particulado PM_{10}, se realizó con la finalidad de tener valores que nos sirvan como línea base para la elaboración del plan de gestión. Cabe mencionar que el estudio realizado se trató de un muestreo más no de un monitoreo; es decir, que los valores que se obtuvieron en el proceso experimental fueron exclusivamente para su uso en la presente investigación; así mismo, si bien no se tiene certeza de que los valores de concentración de material particulado superen constantemente lo establecido por Estándar de Calidad Ambiental, el resultado servirá como un indicador del problema existente para la empresa con respecto a este agente físico. La medición se llevó a cabo en coordinación con un laboratorio certificado mediante la utilización de un muestreador de bajo volumen (Low Vol) por un periodo de 24 horas. Así mismo, se tomó la metodología establecida por la Norma Técnica Peruana 900.030 2018 "Método de referencia para la determinación de material particulado como PM_{10} en la atmósfera", bajo el siguiente procedimiento:

- Fue necesario guantes de nitrilo para la manipulación del equipo y filtro.
- Se colocó el equipo muestreador a un metro del suelo en un espacio abierto, con conos y vallas de seguridad. Este debe tener circulación de aire sin restricción mínima de 270 grados alrededor del muestreador. No debe haber fuentes emisoras de humos o tubos de incineración.
- Aseguramos el sensor de temperatura y presión al equipo muestreador.
- Se conectó el cable alimentador al equipo.
- Se inspeccionó el filtro para descartar partículas y otras imperfecciones.
- El filtro fue colocado dentro de la cámara del filtro y fijado por medio de un portafiltro.
- Aseguramos el portafiltro para evitar fugas.
- Se colocó en la parte superior el tubo alargador y el Inlet.
- Se encendió el equipo y se programó el equipo por 24 horas.
- Al completar el periodo de muestreo, se registró los datos de retiro del filtro en la hoja de campo.
- Se retiró el filtro en un sobre cerrado para su posterior análisis de pesado en el laboratorio.
- Se procedió al desarmado del equipo y recojo de materiales.

El equipo utilizado fue el muestreador de bajo volumen Thermo Scientific Partisol 2000.

Instrumento: Muestreador de bajo volumen.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CAUSAS DEL PROBLEMA

Los resultados obtenidos de la medición de material particulado fueron comparados con lo establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para Aire y Disposiciones Complementarias.

Como información complementaria, se elaboró una rosa de viento con el programa WRPLOT View v.8.0.2 la cual nos servirá para obtener diagramas en donde podremos observar la dirección de procedencia y destino de los vientos.

Así mismo, se realizó una recopilación de información, de manera bibliográfica, del comportamiento del viento en la ciudad de Arequipa a lo largo de un año, con la finalidad de comprobar si este es un factor causal constante del problema de material particulado.

Finalmente, para la determinación de la problemática existente, así como de sus posibles raíces, se elaboró un diagrama tomando en cuenta la información obtenida de los apartados 3.2.1 y 3.2.2.

Instrumento: WRPLOT View v 8.0.2 / Diagrama de Ishikawa

3.2.4. DETERMINACIÓN DE DOSIFICACIÓN ÓPTIMA

El insumo para utilizar en el presente proyecto de investigación fue el biol, siguiendo las líneas de investigación de nuestra experiencia profesional. Además de ello, algunos proyectos de investigación han resaltado la eficiencia de este insumo frente al método tradicional (agua). El biol tiene un menor costo frente a otros supresores de polvo utilizado en la actualidad como la bischofita o la melasa. El uso de este insumo contribuye a la investigación de nuevas biotecnologías contribuyendo al desarrollo sostenible.

3.2.4.1. Aspectos por considerar

i. Obtención y dosificaciones del biol

- Procedencia

  El biol utilizado para la investigación fue de la marca “BIOFORCE SUELO”, un abono orgánico líquido elaborado por la empresa local DUPSO E.I.R.L., la cual realiza sus operaciones en la zona de Pedregal, distrito de Majes, provincia de Caylloma.

- Composición y características

  El biol está elaborado en base a insumos genéricos (fuentes naturales de calcio/fósforo, microorganismos benéficos y humus de lombriz), y es

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

obtenido a partir de la fermentación anaeróbica de dichos compuestos orgánicos. No posee agregados químicos ni fuentes primarias de materia orgánica de origen animal, es decir, cualquier tipo de estiércol (vacuno, porcino, aviar, etc.). Es su composición la que le permite ser un producto amigable con el ambiente, ya que no altera la composición del suelo y no provoca ningún tipo de estrés a las plantas donde es aplicado.

- Características fisicoquímicas

La información correspondiente a las características fisicoquímicas del biol BIOFORCE SUELO, fue brindada por la empresa proveedora y se muestra a continuación:

Tabla 9
Características fisicoquímicas del Biol

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
PH	-	4.20
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	dS/m	5.82
SOLIDOS TOTALES	g/L	27.16
MATERIA ORGANICA EN SOLUCION	g/L	13.02
NITROGENO TOTAL (N)	mg/L	1890
FOSFORO TOTAL (P)	mg/L	54.01
POTASIO TOTAL (K)	mg/L	930
CALCIO TOTAL (CA)	mg/L	605
MAGNESIO TOTAL (MG)	mg/L	705
SODIO TOTAL (NA)	mg/L	430
COBRE TOTAL (CU)	mg/L	0.87
ZINC TOTAL (ZN)	mg/L	1.33
MANGANESO TOTAL (MN)	mg/L	4.78
BORO TOTAL (B9	mg/L	198

Fuente: DUPSO, (2021)

Si bien el pH del biol es ácido (4.2), este no representa un factor para la alteración del pH del suelo ya que el biol será diluido con agua al realizar el riego exclusivo de la vía sin pavimentar. Además de ello, de acuerdo con lo indicado en la hoja Material Safety Data Sheet (MSDS) del biol brindado por la empresa DUPSO, este no representa peligro alguno a las personas o al medio ambiente. Ver anexo 5.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ii. Dosificaciones

Para el proceso experimental de obtención de dosificación óptima de biol, se utilizaron disoluciones de este insumo con agua, en 03 dosificaciones diferentes de distintas concentraciones, las cuales se muestran a continuación:

Tabla 10
Concentraciones de las dosificaciones

DOSIFICACIONES	CONCENTRACIÓN DE BIOL	CONCENTRACION DE AGUA
Dosificación A	¼ parte de biol	¾ partes de agua
Dosificación B	¾ partes de biol	¼ parte de agua
Dosificación C	½ parte de biol	½ parte de agua

Fuente: Elaboración propia, (2021)

En cuanto al valor de las concentraciones utilizadas de biol y agua para cada una de las dosificaciones, estos fueron tomados de manera referencial del Proyecto de Tesis titulado: "Determinación de la eficiencia del biol con respecto al método tradicional para la mitigación del Polvo en el Jirón El Sol sin Pavimentar, distrito Baños del Inca – Cajamarca", elaborado por Jesu Otoya, que utiliza dos diferentes dosificaciones de biol y agua en diferentes concentraciones: Una con ¾ partes de agua y ¼ parte de biol, y una segunda dosificación con ¾ partes de biol y ¼ parte de agua. Como aporte a nuestra investigación, decidimos añadir una dosificación adicional a las ya existentes, la cual consistiría en una solución de agua y biol en concentraciones iguales. Además de ello, se optó por utilizar el volumen de 01 litro de solución ya que en dicha investigación se utilizó esta misma cantidad, la cual representaba una escala referencial del volumen utilizado por la Compañía Minera Coimolache para el riego de vías en la ciudad de Cajamarca.

iii. Clima

Durante las semanas de trabajo, los días en los cuales se realizó la toma de muestras y mediciones, fueron días soleados, con escasa o nula nubosidad, en el cual la luz del sol fue predominante sobre la zona de trabajo desde el comienzo hasta el final de la jornada. Esto con la finalidad de tener condiciones climáticas similares a las presentes en los meses de Marzo a Noviembre, debido a que la metodología correctiva de aplicación de biol para suprimir polvo incluida en nuestro Plan de Gestión, está proyectada a su uso en los meses secos del año; y

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

la experimentación se realizó en el mes de Enero, una temporada que se caracteriza por tener días nublados y precipitaciones esporádicas.

Como información adicional, se realizó el análisis de la influencia que presentaron factores meteorológicos respecto al contenido de humedad del suelo al momento de realizar la experimentación.

iv. Suelo

Las características e información del suelo sobre el cual se llevó a cabo la experimentación fueron obtenidas de fuentes bibliográficas.

v. Sectores y puntos de muestreo

Considerando que la vía de ingreso es de aproximadamente 600 metros de longitud, se delimitaron tres sectores, y en cada uno de ellos tres puntos: uno al principio, el segundo a los 300 metros aproximadamente y el tercero al final de la vía., esto con la finalidad de abarcar un mayor espacio de estudio.

Al realizar la experimentación en cada uno de los sectores, se obtendrían datos de 03 dosificaciones óptimas de biol, donde la concordancia de los resultados indicaría una mayor precisión al momento de realizar la elección de que dosificación es la óptima, tomando como parámetro la eficiencia mostrada en 2 de los 3 sectores. Por otra parte, si los resultados hubiesen mostrado una variabilidad considerable entre ellos, esto impulsaría a la determinación de las posibles causas que generen esta diferencia, ya sea por factores externos o por defecto del propio proceso experimental.

En cuanto a los puntos de muestreo, estos se tomaron como zonas de experimentación representativas del total del área del sector, ya que tanto la metodología establecida como los materiales requeridos para el proceso experimental de determinación óptima de biol se definieron para una pequeña escala.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2.4.2. Experimentación

El procedimiento aplicado para la determinación en campo de la dosificación óptima de biol fue tomado de metodologías aplicadas en dos proyectos de tesis, las cuales se presentan a continuación:

- La determinación del contenido de humedad del suelo regado con distintas dosificaciones de biol y agua, obtenido del proyecto de investigación: "Determinación de la eficiencia del biol con respecto al método tradicional para la mitigación del Polvo en el Jirón El Sol sin Pavimentar, distrito Baños del Inca – Cajamarca", elaborado por Jesu Otoya.
- La medición observacional del tiempo de secado del suelo, obtenido del proyecto de investigación: "Determinación de la posible factibilidad de uso de biol en riego de vías, Tantahuatay, Cajamarca, 2016", elaborado por Alvaro Bravo y Karla Rojas.

Se utilizaron proyectos de tesis debido a que no existen estudios sistemáticos publicados que establezcan una metodología certificada ni parámetros de evaluación que permitan determinar una dosificación óptima de biol eficiente como agente supresor de polvo. Los aditivos más comunes para el riego de vías son compuestos químicos y diversos cloruros. El uso de biol es un tema relativamente nuevo, ya que sólo se han realizado experimentaciones casuales en mineras del norte del país, como la Minera Coimolache, Minera Yanacocha y la Compañía Minera Antamina.

i. Aplicación de biol – Sector 1

a. Toma de muestra inicial

Se tomó una muestra de suelo para la determinación de contenido de humedad previo a la experimentación.

Tal valor resultante fue utilizado como indicador del correcto funcionamiento del proceso experimental, ya que los valores de contenido de humedad tomados en cada subcuadrante deberán ser mayores a dicho valor.

Este procedimiento fue brindado por el laboratorio con el cuál se trabajó.

b. Preparación de la zona de trabajo

Se inició con la delimitación del cuadrante de 2.1 m de largo por 1.5 m de ancho utilizando las estacas y cuerdas. Dicho cuadrante se dividió en

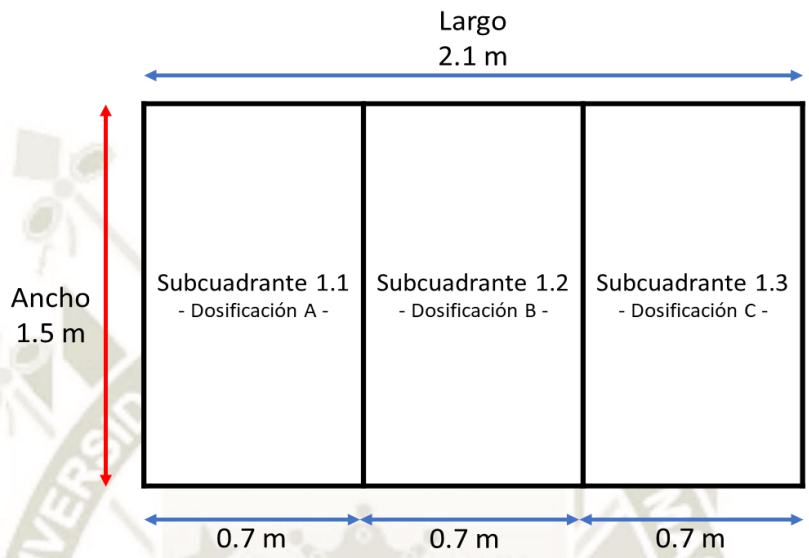
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3 subcuadrantes de 0.7 m de largo, como se puede apreciar en la siguiente figura:

Imagen 5
Cuadrante - Sector 1



Fuente: Elaboración propia, (2020)

c. Preparación de dosificaciones

Utilizando los envases milimetrados y envases de mezclado, preparamos las diferentes dosificaciones de biol y agua: A, B y C.

d. Aplicación del biol

Una vez listas las mezclas de biol y agua, se procedió a aplicar en los subcuadrantes al mismo tiempo, tratando de abarcar toda la superficie de este con la mezcla utilizando la regadera. En el subcuadrante 1.1 se aplicó la dosificación A; en el subcuadrante 1.2 se aplicó la dosificación B; y en el subcuadrante 1.3 se aplicó la dosificación C.

Desde aquí se tomó el tiempo con cronómetro.

e. Toma de datos y muestras

Finalizado el vertimiento de las mezclas, se procedió al primer recojo de muestra (suelo) al minuto 1 utilizando la pala en cada uno de los subcuadrantes, y así cada 15 minutos siendo 3 muestras por vez, hasta cumplida 1 hora desde la aplicación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

A la par, se tomó medidas observacionales del tiempo de secado de cada uno de los subcuadrantes.

Se tuvo como mínimo 15 muestras de suelo, las cuales fueron puestas en envases etiquetados que fueron llevados al laboratorio.

f. Recojo de materiales

Tomada la última muestra de suelo, se procedió al recojo de todos los materiales y se dejó la vía en las mismas condiciones en que fueron encontradas.

g. Envío de muestras al laboratorio

El mismo día en que fueron tomadas las muestras de suelo, se las llevó laboratorio para que se analice la cantidad de humedad presente en cada una de las muestras.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ii. Aplicación de biol – Sector 2

a. Toma de muestra inicial

Se tomó una muestra de suelo para la determinación de contenido de humedad previo a la experimentación.

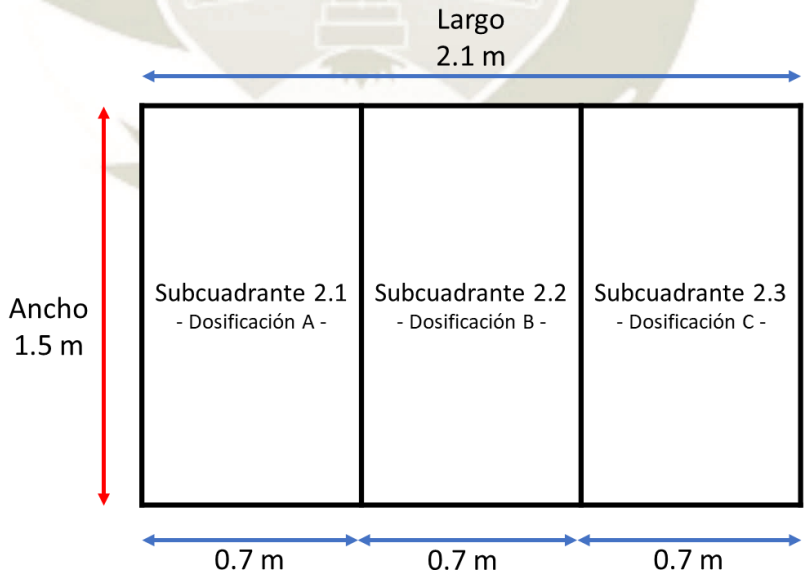
Tal valor resultante fue utilizado como indicador del correcto funcionamiento del proceso experimental, ya que los valores de contenido de humedad tomados en cada subcuadrante deberán ser mayores a dicho valor.

Este procedimiento fue brindado por el laboratorio con el cuál se trabajó.

b. Preparación de la zona de trabajo

Se inició con la delimitación del cuadrante de 2.1 m de largo por 1.5 m de ancho utilizando las estacas y cuerdas. Dicho cuadrante se dividió en 3 subcuadrantes de 0.7 m de largo, como se puede apreciar en la siguiente figura:

Imagen 6
Cuadrante - Sector 2



Fuente: Elaboración propia, (2020)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

c. Preparación de dosificaciones

Utilizando los envases milimetrados y envases de mezclado, preparamos las diferentes dosificaciones de biol y agua: A, B y C.

d. Aplicación del biol

Una vez listas las mezclas de biol y agua, se procedió a aplicar en los subcuadrantes al mismo tiempo, tratando de abarcar toda la superficie de este con la mezcla utilizando la regadera. En el subcuadrante 1.1 se aplicó la dosificación A; en el subcuadrante 1.2 se aplicó la dosificación B; y en el subcuadrante 1.3 se aplicó la dosificación C.

Desde aquí se tomó el tiempo con cronómetro.

e. Toma de datos y muestras

Finalizado el vertimiento de las mezclas, se procedió al primer recojo de muestra (suelo) al minuto 1 utilizando la pala en cada uno de los subcuadrantes, y así cada 15 minutos siendo 3 muestras por vez, hasta cumplida 1 hora desde la aplicación.

A la par, se tomó medidas observacionales del tiempo de secado de cada uno de los subcuadrantes.

Se tuvo como mínimo 15 muestras de suelo, las cuales fueron puestas en envases etiquetados que fueron llevados al laboratorio.

f. Recojo de materiales

Tomada la última muestra de suelo, se procedió al recojo de todos los materiales y se dejó la vía en las mismas condiciones en que fueron encontradas.

g. Envío de muestras al laboratorio

El mismo día en que fueron tomadas las muestras de suelo, se las llevó laboratorio para que se analice la cantidad de humedad presente en cada una de las muestras.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

iii. Aplicación de biol – Sector 3

a. Toma de muestra inicial

Se tomó una muestra de suelo para la determinación de contenido de humedad previo a la experimentación.

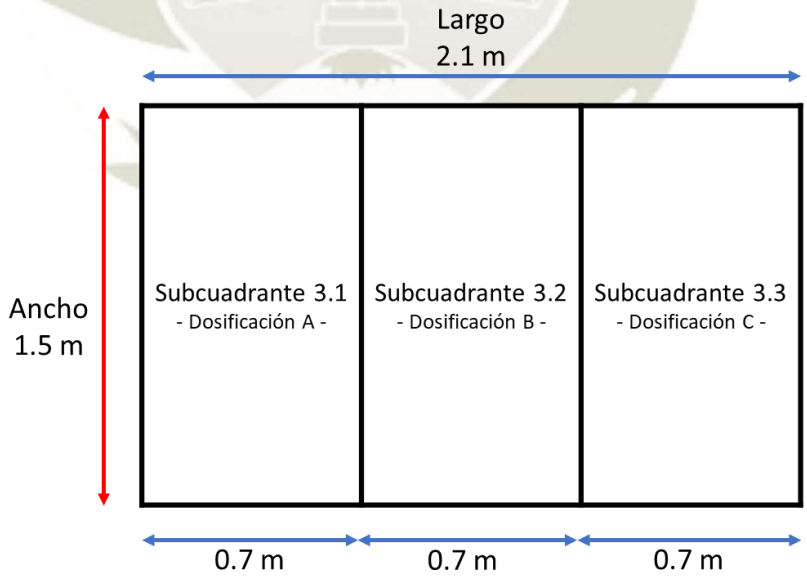
Tal valor resultante fue utilizado como indicador del correcto funcionamiento del proceso experimental, ya que los valores de contenido de humedad tomados en cada subcuadrante deberán ser mayores a dicho valor.

Este procedimiento fue brindado por el laboratorio con el cuál se trabajó.

b. Preparación de la zona de trabajo

Se inició con la delimitación del cuadrante de 2.1 m de largo por 1.5 m de ancho utilizando las estacas y cuerdas. Dicho cuadrante se dividió en 3 subcuadrantes de 0.7 m de largo, como se puede apreciar en la siguiente figura:

Imagen 7
Cuadrante - Sector 3



Fuente: Elaboración propia, (2020)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

c. Preparación de dosificaciones

Utilizando los envases milimetrados y envases de mezclado, preparamos las diferentes dosificaciones de biol y agua: A, B y C.

d. Aplicación del biol

Una vez listas las mezclas de biol y agua, se procedió a aplicar en los subcuadrantes al mismo tiempo, tratando de abarcar toda la superficie de este con la mezcla utilizando la regadera. En el subcuadrante 1.1 se aplicó la dosificación A; en el subcuadrante 1.2 se aplicó la dosificación B; y en el subcuadrante 1.3 se aplicó la dosificación C.

Desde aquí se tomó el tiempo con cronómetro.

e. Toma de datos y muestras

Finalizado el vertimiento de las mezclas, se procedió al primer recojo de muestra (suelo) al minuto 1 utilizando la pala en cada uno de los subcuadrantes, y así cada 15 minutos siendo 3 muestras por vez, hasta cumplida 1 hora desde la aplicación.

A la par, se tomó medidas observacionales del tiempo de secado de cada uno de los subcuadrantes.

Se tuvo como mínimo 15 muestras de suelo, las cuales fueron puestas en envases etiquetados que fueron llevados al laboratorio.

f. Recojo de materiales

Tomada la última muestra de suelo, se procedió al recojo de todos los materiales y se dejó la vía en las mismas condiciones en que fueron encontradas.

g. Envío de muestras al laboratorio

El mismo día en que fueron tomadas las muestras de suelo, se las llevó laboratorio para que se analice la cantidad de humedad presente en cada una de las muestras.

Instrumento: experimentación en campo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2.5. ELABORACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN

Es un instrumento de gestión ambiental el cual busca organizar de manera detallada las acciones que se requieren para prevenir, controlar, minimizar y corregir los impactos causados por un proceso natural o de origen antropológico. Este incluye planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, etc., dependiendo de las necesidades de la que el desarrollador lo requiera.

Este instrumento puede ser utilizado en diferentes tipos de organizaciones, ya sean públicas o privadas, de producción o de servicios, indiferentemente del tamaño o estructura; ya sea el impacto interno o externo a la organización. Los objetivos de este plan deberán ser:

- Definir y asignar responsabilidades a toda la organización
- Difundir la información sobre leyes, normas y procedimientos
- Identificar, evaluar y controlar los riesgos e impactos ambientales
- Determinar y disponer los mecanismos y recursos que permitan actuar de manera eficiente y efectiva.
- Planificar, programar y controlar las actividades contempladas
- Definir los procedimientos de seguimiento, evaluación y control de los objetivos del plan.

3.2.5.1. Características generales

Para la elaboración de nuestro Plan de Gestión, se tuvo en cuenta la estructura establecida en el documento K-CC1-101-CONST-PLN-026 “PLAN DE SUPRESIÓN DE POLVO EN VIZCACHAS PARA LA OBRA DE SUMINISTRO DE AGUA-CONSTRUCCIÓN PRESA VIZCACHAS Y BOCATOMA TITIRE – ALTA MONTAÑA” elaborado y aprobado por la alta gerencia de la empresa MOTA ENGIL PERU; esto debido a que dicho documento persigue la línea de nuestra investigación, ya que se trata de un instrumento que busca la gestión del polvo, a través de la implementación de metodologías de manejo y control de este agente físico. Las bases que sirvieron para la elaboración del documento de referencia se rigen a lo especificado en el manual de Salud y Seguridad de la empresa. Cabe mencionar que no existe una estructura establecida definida bibliográficamente para la elaboración de Planes de Gestión de este tipo. Antes de ser aplicado este plan, deberá ser revisado y aprobado por la alta dirección de la empresa, evaluando su factibilidad operativa y factibilidad económica.

Nuestro plan de gestión deberá contar con responsables de su ejecución, así como de llevar al día la información del monitoreo y evaluación del plan (utilizando indicadores), para así aplicar las mejoras necesarias.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2.5.2. Objetivos

i. Objetivo general

Se define de forma general y objetiva la finalidad del plan y la meta a alcanzar.

Lograr minimizar el impacto del material particulado ambiental sobre la Empresa Privada de Múltiples Servicios Industriales mediante herramientas de gestión y una alternativa biotecnológica eficiente.

ii. Objetivos específicos

Están directamente relacionados con el objetivo general, describiendo pasos más puntuales para cumplir el objetivo general.

- Sensibilizar y capacitar a los trabajadores
- Minimizar el impacto que genera el material particulado
- Reducir el nivel de material particulado en el aire
- Generar datos periódicos
- Mejorar el sistema de limpieza de las instalaciones

3.2.5.3. Metas

Fueron establecidas de acuerdo con los objetivos específicos. Estas son específicas y tienen un tiempo para su cumplimiento. Existe más de una meta específica por objetivo específico.

Cada meta contiene diferentes acciones e indicadores los cuales demostrarán si la línea de acción está funcionando en el cumplimiento de la meta.

3.2.5.4. Líneas de acción

Son las acciones que se llevarán a cabo para el cumplimiento de las metas. Comprende la aplicación de herramientas de gestión y diversas medidas.

- Preventivas: son las acciones que se anticipan a la causa del gran problema cuyo objetivo será eliminar o minimizar el impacto generado por el material particulado.

- Correctivas: son las acciones que tratan de eliminar o reducir el impacto generado por el material particulado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se implementó el uso de biol como agente supresor de material particulado mediante el riego de la vía en cuestión, teniendo en cuenta los resultados obtenidos sobre la dosificación óptima, a partir de la experimentación realizada previa a la elaboración del plan.

Se establecieron las acciones correctivas según la realidad de la empresa, en donde se tuvo en cuenta factores como: Jornada laboral que maneja la organización, número de riegos que se llevarán a cabo en el día, formas de aplicación, etc.

3.2.5.5. Monitoreo y evaluación

Es el proceso en el cual se busca recolectar y analizar información para hacer un seguimiento al resultado de las acciones preventivas y correctivas que aplicarán.

3.2.5.6. Mejora

Son las acciones de mejora tanto para las medidas correctivas como para las preventivas, analizando los resultados a través de los indicadores, haciendo al plan sostenible.

Es de suma importancia la participación de instituciones terceras para la aplicabilidad de la medida correctiva, ya que, si bien en un principio esta medida no es factible económicamente por la empresa en solitario, con la participación de otras empresas de la zona que también se ven afectadas por el polvo ambiental y entidades públicas para la obtención del biol, harán que esta medida sea factible no solo solucionando el problema del polvo, sino también contribuyendo a la valorización de los desechos, permitiendo que este modelo de negocio subsista y así contribuir al desarrollo de la economía circular.

3.2.5.7. Cronograma

Este cronograma será utilizado para la ejecución del plan de gestión de material particulado, desde la recopilación bibliográfica hasta el monitoreo y evaluación.

3.3.MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS

- Cuerdas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Estacas
- Envases
- Cuaderno de campo
- Tablas
- Regadera
- Conos
- Bolsas herméticas
- Pala
- Cronometro
- Cinta métrica

- Balanza
- Cámara
- Muestreador Hi Vol
- Laptops
- Material de escritorio

- Biol
- Agua

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA EMPRESA

La empresa en donde se realizó la investigación opera principalmente en los sectores de minería, petróleo y gas, ofreciendo servicios de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos relacionados al proceso del mineral de los principales clientes minero en el norte y sur del país; y tecnología mediante la venta, post venta y atención al cliente.

De acuerdo con lo observado en las visitas, se da una alta generación de polvo (material particulado) debido al alto tránsito vehicular pesado (camiones de carga pesada) por la vía de acceso principal la cual no se encuentra asfaltada (trocha).

Fotografía 1
Exteriores de la empresa



Fuente: Elaboración propia, (2021)

4.1.1.1. Resultados de la entrevista escrita

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 11 Resultados de la entrevista

ENTREVISTADO	PREGUNTAS	RESPUESTAS
JEFE DE PLANTA	P1	El polvo presente en el aire perjudica a los equipos y maquinarias, afectando gravemente los sistemas de lubricación e hidráulicos, provocando fallas, sobre todo las de Maestranza (Torno vertical y horizontal). Estas fallas generan mantenimientos no programados (impacto económico), pausando la cadena de producción y funcionamiento de la empresa, lo que significa atrasos en la entrega de productos (componentes) a los clientes de la empresa.
	P2	El polvo afecta a los sistemas de seguridad (cámaras y sensores), equipos contra incendio, sistemas de abastecimiento de agua (bombas de agua), bisagras de puertas y ventanas, ductos de ventilación, etc.; como también provoca suciedad por acumulación de polvo en casi todas las zonas dentro de la empresa.
	P3	
	P4	El polvo no solo afecta seriamente al sistema respiratorio (cáncer, fibrosis pulmonar, etc.) en un mediano/largo plazo, si no también provoca problemas de irritación ocular, cutánea y reacciones alérgicas a corto plazo.
	P5	La propia ubicación de la empresa (Parque Industrial de Rio Seco), siendo una zona con alto tránsito vehicular liviano como pesado, levantan mucho polvo al transitar.
	P6	Se impulsa el uso de respiradores de media cara con cartuchos de polvo y gases intercambiables, los cuales ayudan a minimizar el contacto con el mismo. Además de ello, se realizan exámenes médicos anuales. Por último, se trata de limitar la exposición de los trabajadores al polvo, con regímenes de trabajo rotativos. El taller cuenta con extractores de aire distribuidos en los techos, los cuales ayudan a que gases, vapores y polvo sean extraídos hacia el exterior de la nave industrial.
	P7	Actualmente no existe un mandato de gerencia para actuar sobre este problema. Además, que el problema la calle exterior la cual se tendría que resolver con la municipalidad. Por nuestra parte, se podría aumentar la cantidad de riegos de la vía de ingreso.
	P8	Si, creo que es necesario tener un plan con los alcances definidos para actuar sobre esta problemática.
PERSONAL DE OFICINA	P1	No de manera significativa porque el personal de limpieza viene a limpiar constantemente la oficina. Afuera si hay bastante polvo.
	P2	Afecta sobre todo la mueblería de la oficina. Pero no la deteriora.
	P3	
	P4	Cuando la oficina no está limpia, es incómodo trabajar con el polvo sobre las mesas. Causa estornudos y eso no es bueno debido al momento en que estamos pasando.
	P5	Los camiones que transitan por afuera levantan mucho polvo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	P6	No tengo conocimiento.
	P7	Que todas las áreas tengan los insumos necesarios para limpiar la mueblería.
	P8	Si, nos ayudaría a todos.
AUXILIAR DE LIMPIEZA	**P1**	Pues para mi significa que tengo que apurarme al momento de limpiar las oficinas y pasadizos porque siempre hay polvo. Trato de que las oficinas siempre estén limpias.
	P2	Siempre se empolvan las oficinas y pasadizos. Las barandas, ventanas, etc. Las mesas también se ensucian rápido.
	P3	
	P4	Solo ocasiona que tenga que trabajar más rápido para cumplir con lo que tengo que hacer.
	P5	En el aire hay polvo siempre.
	P6	Aquí adentro solo estamos nosotros los de limpieza que tratamos de que todo esté limpio. Afuera riegan algunas veces con agua.
	P7	No tengo conocimiento.
	P8	Si.
ENCARGADA DE SALUD OCUPACIONAL	**P1**	No mucho. El personal de limpieza mantiene el tópico limpio la mayor parte del tiempo.
	P2	Solo hay que estar limpiando constantemente.
	P3	
	P4	Ahora no mucho ya que todos estamos usando mascarillas. A veces tengo que limpiar yo el tópico para poder iniciar mi trabajo. Algunas personas venían para que los atendiera porque tenían alergias (estornudaban). Cuando era algo menor como una alergia se les daba un medicamento y con eso bastaba. Pero ahora cualquier estornudo o síntoma tiene que ser tratado con más rigurosidad. Todos aquí se hacen pruebas de Covid constantemente. Pero toda esta información es confidencial.
	P5	Aquí en el parque industrial de Cerro Colorado siempre ha existido gran cantidad de polvo en el aire más que en otras partes de la ciudad. Los vehículos que están afuera y los de la calle (vía de ingreso) son los que levantan mucho polvo.
	P6	Yo trato de mantener las puertas cerradas siempre. Y siempre les digo a todos que usen de manera correcta sus EPPs.
	P7	Ser más rigurosos en el uso de las mascarillas especialmente en el tiempo en que estamos.
	P8	Si. Es importante que todos sepan los peligros del polvo y que se tomen las medidas necesarias.
	P1	Como en todo el lugar, hay mucho polvo, y tengo que limpiar las cosas (utilería del comedor).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PERSONAL DE COMEDOR		
	P2	Mayormente se acumula el polvo en las mesas.
	P3	
	P4	No.
	P5	En esta parte de la ciudad hay mucho polvo.
	P6	El personal de limpieza y nosotros estamos limpiando las mesas para que los trabajadores encuentren limpio el comedor.
	P7	No tengo conocimiento.
	P8	Si.
PERSONAL DE SEGURIDAD	**P1**	En la zona en que yo me encuentro, los camiones que transitan levantan mucho polvo, especialmente en mi lugar de trabajo ya que estoy aquí afuera (entrada principal de la nave industrial).
	P2	Como es la entrada principal de la empresa, el lugar se ve empolvado y sucio. Y por aquí es por donde transitan las personas diariamente.
	P3	
	P4	Hace daño al sistema respiratorio. Por eso siempre que trabajo aquí afuera he usado mascarilla para evitar respirar el polvo.
	P5	La vía de aquí (entrada principal) está sin asfaltar y eso levanta el polvo.
	P6	A veces se riega (con agua) esta vía, y con eso evita que se levante el polvo. Por mi parte siempre he usado mascarilla. Y también cuando tengo tiempo barro la entrada.
	P7	Se tendría que asfaltar y poner veredas a esta calle.
	P8	Si.

Fuente: elaboración propia

Analizando las respuestas obtenidas de los seis trabajadores entrevistados, se obtuvo que:

- El material particulado es un problema presente y transversal que afecta a la empresa en todas sus áreas:
- En el área de producción la afectación del polvo está relacionado al ambiente de trabajo y a los equipos que se utiliza. Por otro lado, al personal auxiliar les demanda una mayor cantidad de trabajo y tiempo, y por consecuencia sus labores se ven afectadas.
- Cada uno de los entrevistados tiene una percepción distinta acerca de esta problemática y muchos de ellos no tienen conocimiento sobre las acciones que la

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

empresa toma para solucionarlo, ignorando como afecta el polvo de manera global y sobre cada individuo.

- Todos los entrevistados se mostraron de acuerdo con la implementación de un plan de gestión para el control de polvo el cual integre información sobre esta problemática, sus causas y consecuencias; y las acciones que se aplican o podrían aplicarse para mitigar este problema.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.2. MEDICIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO

4.1.2.1. Planificación

Al coordinar con la empresa, se acordó que la fecha a realizar el muestreo de aire fuese el 21 de enero del 2021.

Para tal muestreo solicitamos los servicios al laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L. "ALAB"; a la cual le informamos el objetivo de la investigación y la información que necesitábamos.

Se concluyó que, para tal muestreo, sería necesario un muestreador de bajo volumen por un periodo de 24 horas (establecido en el ECA aire).

Días anteriores a la fecha de muestreo, también se coordinó con la empresa el lugar donde se ubicaría el muestreador, la vigilancia que tendría, el suministro eléctrico y los permisos requeridos por la misma.

4.1.2.2. Campo

El muestreo inicio a las 10:00 del día 21 de enero del 2021. El equipo muestreador fue instalado en la zona de estacionamiento de la empresa (fotografía Nº 1) ya que en esta se encuentra frente a la vía de ingreso.

Se tomaron las coordenadas de ubicación del equipo y se delimito la zona con conos y vallas de seguridad.

El muestreo culmino el día 22 de enero del 2021 a las 10:00 (24 horas).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Fotografía 2 Equipo de muestreo de aire



Fuente: Elaboración propia, (2021)

4.1.2.3. Resultados

El informe final brindado por el laboratorio nos fue entregado el día 5 de febrero del 2021 (Anexo 5), el cual indica una concentración de 136.5418 µg/m^3 de material particulado PM10.

Dicho resultado está avalado por la certificación dada al laboratorio por el Instituto Nacional de Calidad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CAUSAS DEL PROBLEMA

En cuanto a la rosa de vientos, se tomaron los datos correspondientes a los días 21 y 22 de enero, días en los cuales se llevó a cabo el ensayo de medición de material particulado. El periodo tomado para la elaboración fue de 24 horas partiendo de las 10:00 am del día 21 hasta las 09:00 am del día 22. Debido a que el software WRPLOT utiliza un sistema de numeración horaria de 00 a 23 horas, se procedió a tomar como hora "00" las 10:00 am del día 21; y como hora "23" las 09:00 am del día 22.

De acuerdo con lo establecido en el portal de información del SENAMHI, en la ciudad de Arequipa existen 03 tipos de Estaciones que miden Datos hidrometeorológicos: Las estaciones convencionales con recepción de datos en tiempo real, las estaciones convencionales con recepción de datos en tiempos diferidos y las estaciones automáticas, siendo estas últimas las que registran los datos de velocidad y dirección del viento.

La información obtenida fue tomada de la siguiente estación automática:

Tabla 12
Ubicación de la estación Meteorológica automática San José de Uzuña

DEPARTAMENTO	Arequipa
PROVINCIA	Arequipa
DISTRITO	Polobaya
ALTITUD	3269 msnm
COORDENADAS	19k 251559.992 E
	8165351 S

Fuente: Elaboración propia, (2021)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

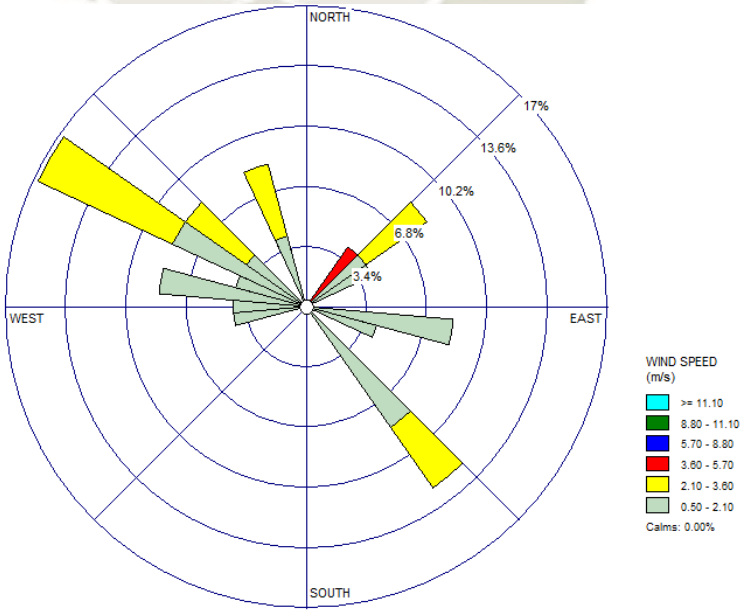
Tabla 13
Datos hidrometereológicos de la Estación San José de Uzuña

(10 am del 21/01/2021 - 09 am del 22/01/2021)

AÑO / MES / DÍA	HORA	PRECIPITACIÓN (mm/hora)	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
21/01/2021	10:00	0	235	3.1
21/01/2021	11:00	0	225	2
21/01/2021	12:00	0	222	3.9
21/01/2021	13:00	0	290	2
21/01/2021	14:00	0	240	2
21/01/2021	15:00	0	118	2.4
21/01/2021	16:00	0	156	2.4
21/01/2021	17:00	0	229	2.4
21/01/2021	18:00	0	318	3
21/01/2021	19:00	0	324	1.8
21/01/2021	20:00	0	320	1.4
21/01/2021	21:00	0	77	0.8
21/01/2021	22:00	0	131	3
21/01/2021	23:00	0	126	0.5
22/01/2021	00:00	0	119	3.2
22/01/2021	01:00	0	121	0.8
22/01/2021	02:00	0	100	1.8
22/01/2021	03:00	0	90	1.2
22/01/2021	04:00	0	113	0.9
22/01/2021	05:00	0	98	1
22/01/2021	06:00	0	119	1.5
22/01/2021	07:00	0	164	0.9
22/01/2021	08:00	0	279	0.9
22/01/2021	09:00	0	281	1.7

Fuente: SENAMHI, (2021)

Gráfico 1 Rosa de vientos - Dirección y velocidad



Fuente: Elaboración propia, (2021)

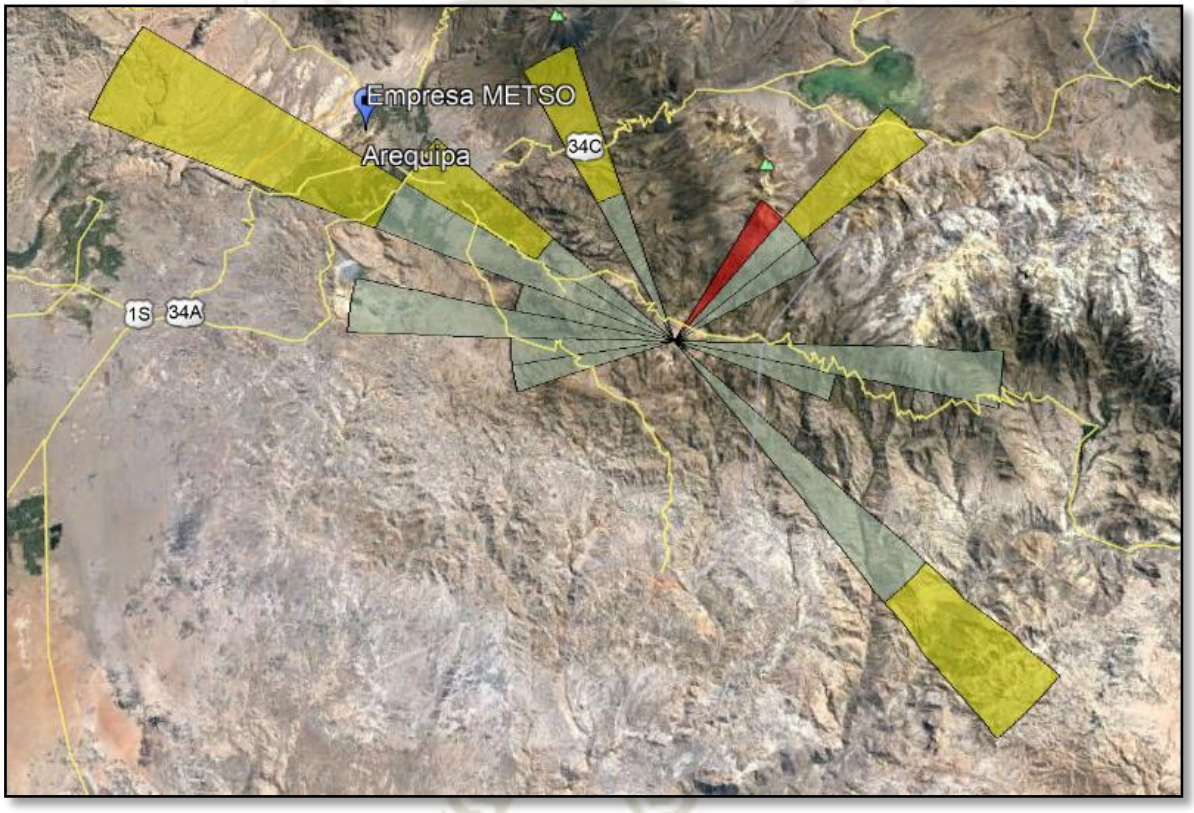
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En el gráfico 1 se observa la dirección a la cual se dirige el viento desde la estación de donde se recolectaron los datos. Como se observa, el viento tiene dirección Oeste Noroeste y Noroeste en su mayoría, y en una menor cantidad los vientos se dirigen al Este Sudeste y al Sudeste; con ello, se determinó que los vientos van en dirección a la ubicación de la empresa donde se realizó el proyecto, debido a que su ubicación es la Noroeste de la ciudad de Arequipa, y esto puede corroborarse con lo observado en la siguiente imagen:

Imagen 8
Vista de Google Earth – Rosa de Vientos Coordenadas 19K 251559.992 E Estación San José de Uzuña



Fuente: Elaboración propia, (2021)

Respecto a la velocidad del viento se tiene que intervalo de velocidad que se registró en mayor cantidad de horas durante el periodo del ensayo fue de 0.5 a 2.1 m/s, con un total del 66.7% del tiempo, es decir, aproximadamente 15 horas del total de 23; para el intervalo de 2.1 a 3.6 m/s, se registró en un total del 25% del tiempo (6 horas); y para el intervalo de 3.6 a 5.7 m/s, se registró un 4.2% (1 hora).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Complementando la información presentada, se recopilaron datos bibliográficos históricos del comportamiento del viento en la ciudad de Arequipa correspondiente a los meses de temporada seca. Estos datos se obtuvieron de los informes de monitoreo ambiental la empresa INKABOR S.A.C. ubicada a 01 kilómetro de la empresa donde se llevó a cabo nuestra investigación. Los calores presentados en la siguiente tabla corresponden a las mediciones de velocidad y dirección del viento en los meses de junio y noviembre a partir del año 2018:

Tabla 14 Datos de velocidad y dirección del viento INKABOR 2018-2021

AUTOR	Nº DE INFORME	MES - AÑO	COORDENADAS PUNTO DE MONITOREO	VELOCIDAD DEL VIENTO PROMEDIO	DIRECCIÓN DEL VIENTO PREDOMINANTE
Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C	954 – MA120	Junio – 2018	8190795 N 223050 S	1.5 m/s	Este Sur Este
Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C	1091 – MA239	Noviembre – 2018	8190769 N 222959 S	2.1 m/s	Norte y Noreste
Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C	1289 – MA068	Junio – 2019	8190797 N 2230402019 E	2.8 m/s	Noroeste y Oeste Noroeste
Consultoría & Monitoreo Perú S.A.C.	1488 – MA162	Noviembre – 2019	8190793 N 223057 E	3.6 m/s	Norte, Noroeste y Oeste
SGS del Perú S.A.	-	Junio – 2020	8190575 N 222875 E	0.9 m/s	Este
SGS del Perú S.A.	-	Noviembre – 2020	8190795 N 223061 E	1 m/s	Este Sur Este (ESE)
SGS del Perú S.A.	-	Junio – 2021	8191153 N 223265 E	1.5 m/s	Este Sur Este (ESE)

Fuente: Elaboración propia (2021)

Se puede observar que no existe una tendencia respecto a la dirección del viento a lo largo de los años, ya que este varía considerablemente. Analizando la información y las gráficas, se determinó que las direcciones de viento predominantes van entre los márgenes del Norte y Noroeste, el Noreste y el Sureste. Teniendo en cuenta esto, se pudo concluir que el factor meteorológico correspondiente a la dirección y velocidad del viento no es una causa fija que presente constancia en cuanto al problema de material particulado que sufre la empresa.

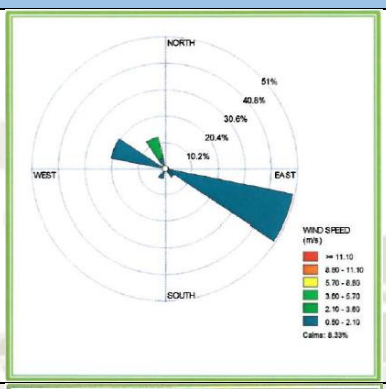
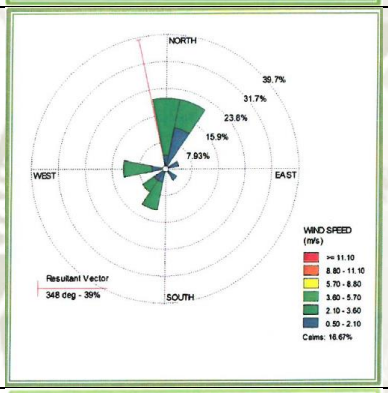
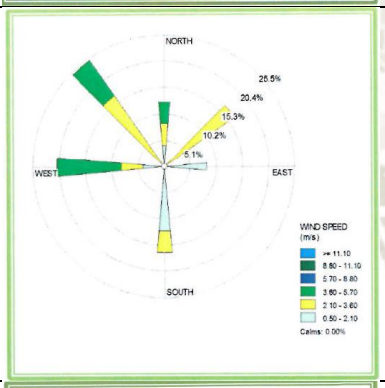
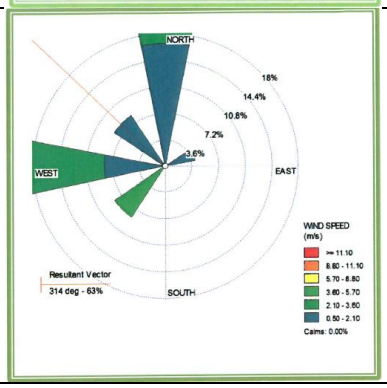
Así mismo, se presentan las gráficas de rosa de viento para cada uno de los informes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

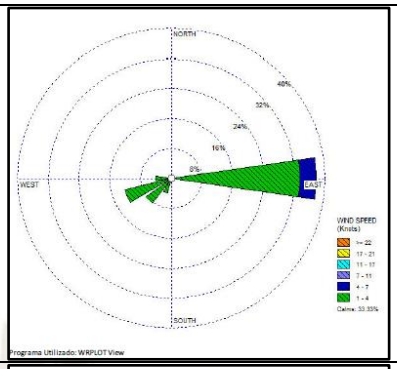
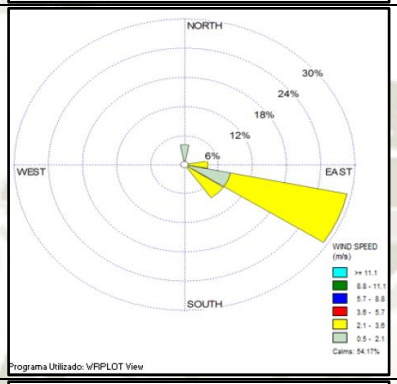
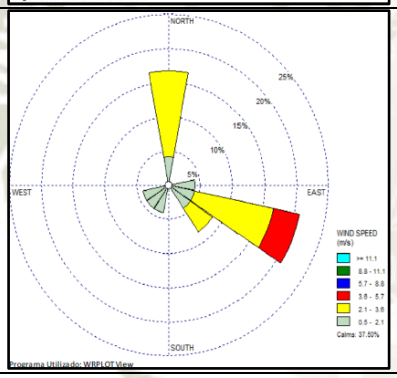
Tabla 15 Rosas de vientos - Inkabor 2018-2021 Meses de junio y noviembre

ROSA DE VIENTOS	FECHA
	Junio 2018
	Noviembre 2018
	Junio 2019
	Noviembre 2019

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

	Junio 2020
	Noviembre 2020
	Junio 2021

Fuente: Gráficos obtenidos de los Informes de Monitoreo Ambiental – INKABOR S.A.C
Tabla: elaboración propia (2021)

Se puede observar que no existe una tendencia respecto a la dirección del viento a lo largo de los años, ya que este varía considerablemente. Analizando la información y las gráficas, se determinó que las direcciones de viento predominantes van entre los márgenes del Norte y Noroeste, el Noreste y el Sureste. Teniendo en cuenta esto, se pudo concluir que el factor meteorológico correspondiente a la dirección y velocidad del viento no es una causa fija que presente constancia en cuanto al problema de material particulado que sufre la empresa.

En el siguiente mapa se puede apreciar la ubicación de los puntos de monitoreo de los informes, y la distancia que estos presentan respecto a la empresa donde se está llevando a cabo la investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Imagen 9 Vista de Google Earth - Puntos de monitoreo Empresa INKABOR S.A.C.



Fuente: Elaboración propia (2021)

Resultado del laboratorio

Tabla 16 Resultados del muestreo de PM_{10}

ENSAYO DE LABORATORIO	
TIPO DE ENSAYO	Material particulado PM10 bajo volumen
COORDENADAS DEL PUNTO	E: 0223495 S: 8190209
FECHA Y HORA DE INICIO DE MUESTREO	21-01-2021 10:10
FECHA Y HORA DE FINAL DE MUESTREO	22-01-2021 10:10
UNIDAD	µg/m^3
VALOR	136.5418

Fuente: Informe de laboratorio ANEXO 5, (2021)

Lo establecido los Estándares de Calidad Ambiental para Aire, indica que el valor para el material particulado con diámetro menos a 10 micras, para un periodo de 24 horas, es de 100 µg/m^3 (mediante el método de análisis de gravimetría).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

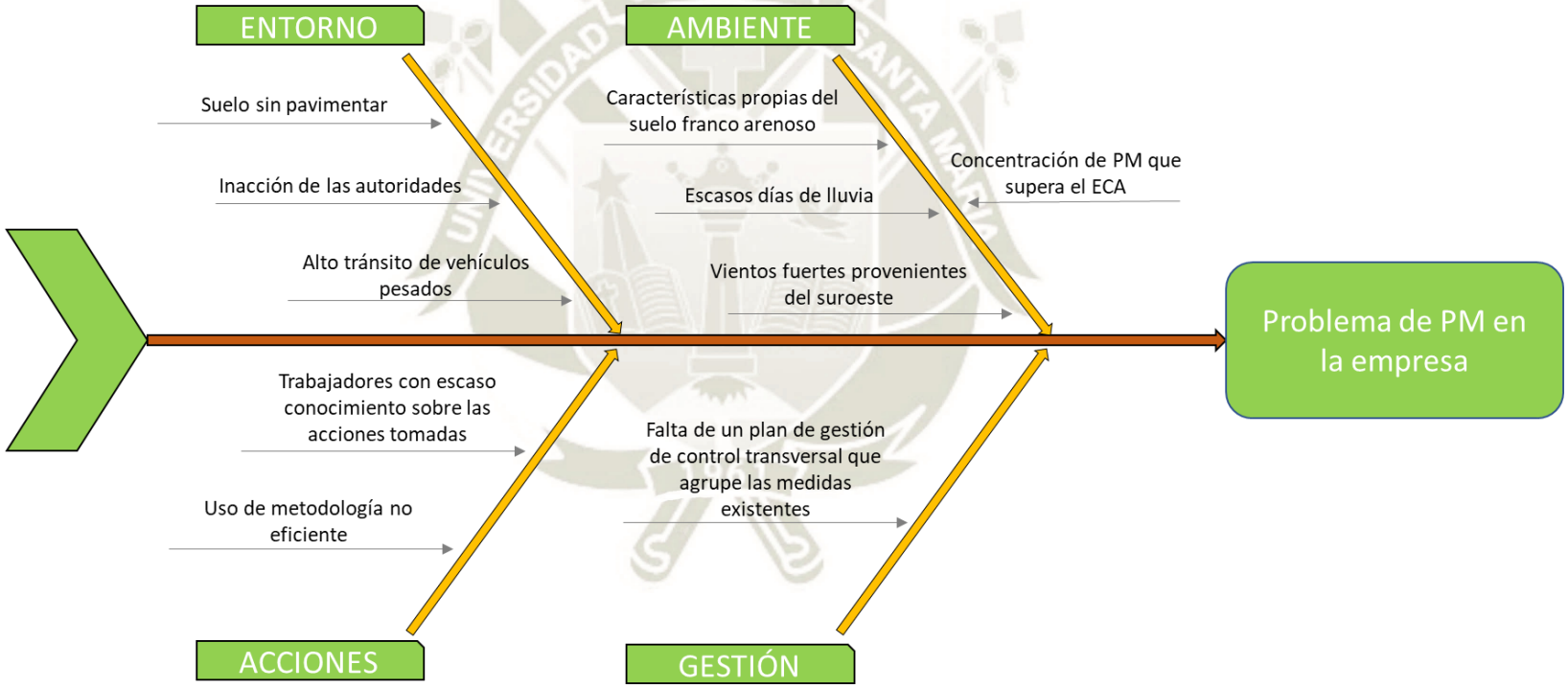
Comparando el resultado obtenido del muestreo y lo establecido en el ECA, encontramos un valor excedido de 36.5418 μg/m^3 de material particulado PM10.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Teniendo en cuenta este valor excedido y la información obtenida del apartado 4.1.1, se elaboró el siguiente diagrama para determinar las causas:

Gráfico 2
Espina de causas - Material particulado en la empresa



Fuente: Elaboración propia, (2021)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.4. DETERMINACIÓN DE DOSIFICACIÓN ÓPTIMA

4.1.4.1. Aspectos por considerar

i. Clima

Según lo estipulado en la R.D. No 356-2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI respecto a la Evaluación de la Declaración de Adecuación Ambiental de la planta de "Fabricación de equipos y repuestos para la industria minera, así como actividades de reparación de equipos y repuestos" de la empresa donde se viene realizando el estudio aprobado el 15 de septiembre del 2017, el clima del lugar se caracteriza por ser cálido y templado, predominantemente seco en la época de invierno; la temperatura máxima es 25 ºC y en algunas ocasiones se registran temperaturas de 10 ºC. El promedio de precipitación anual es de 20.48 mm, la dirección de los vientos son de origen suroeste (SW) según los registros de la estación meteorología MAP La Pampilla perteneciente al SENAMHI (PRODUCE, 2017).

Teniendo en cuenta los pronósticos de clima realizados por el SENAMHI, es que se decidió llevar a cabo los ensayos en los días 14 y 15 de enero del 2021, desde las 9 hasta las 13 horas aproximadamente.

A continuación, se muestran los datos meteorológicos correspondientes obtenidos del portal de información de SENAMHI (Estación meteorológica La Pampilla), los días en los que se realizaron los ensayos se encuentran resaltados:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 17
Datos meteorológicos - enero 2021

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/01/2021	24.2	12.4	70.9	0.7
2/01/2021	23	12.8	70.7	13.5
3/01/2021	24.2	13.8	82.3	0.1
4/01/2021	25	11.2	73.7	0
5/01/2021	23.8	11.8	64.8	0
6/01/2021	22.8	12	70.9	0
7/01/2021	20	12.8	66.5	0
8/01/2021	23.8	12	64.7	0
9/01/2021	24	10.6	59.2	0
10/01/2021	24.8	11.2	59.1	0
11/01/2021	26.2	12.4	67.7	0
12/01/2021	24	12.8	65.3	0
13/01/2021	23	12	58.8	0
14/01/2021	21.6	13.2	70	0.2
15/01/2021	22.4	13.4	75	T
16/01/2021	23.2	12.4	71.4	0
17/01/2021	22.4	11.6	67.9	0.1
18/01/2021	24	10	56.1	0
19/01/2021	24.2	11.6	63.8	0
20/01/2021	25.2	11	66.3	0
21/01/2021	23.6	11	57.1	0
22/01/2021	24	12.6	61.5	0
23/01/2021	24.6	13.8	60.1	0
24/01/2021	23.8	12.8	60.8	0
25/01/2021	25.2	13.8	56.4	0
26/01/2021	24.8	13.4	50.3	0
27/01/2021	25.6	9.6	46.8	0
28/01/2021	26	9.6	44.7	0
29/01/2021	25.4	9.6	44.8	0
30/01/2021	25.4	9.4	48.8	0
31/01/2021	26.2	13.2	45.7	0

Fuente: Registro de datos estación La Pampilla - SENAMH, (2021)

Se tomaron datos de nubosidad debido a que este parámetro meteorológico fue un factor influyente en los resultados obtenidos, sobre todo en los valores del tiempo de humedecimiento, ya que estos se relacionan directamente con la radiación solar, la cual puede variar dependiendo de la presencia de nubes. Cabe mencionar que la experimentación se llevó a cabo en enero, por lo que es normal la presencia de nubosidad y precipitaciones debido al temporal. Los datos fueron obtenidos del portal de información de *PORTAL WEB WEATHER UNDERGROUND*.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 18
Nubosidad

14 DE ENERO DEL 2021	
TIEMPO	**CONDICION**
7:00 a. m.	Despejado
8:00 a. m.	Parcialmente Nublado
9:00 a. m.	Parcialmente Nublado
10:00 a. m.	Parcialmente Nublado
11:00 a. m.	Parcialmente Nublado
12:00 p. m.	Parcialmente Nublado
1:00 p. m.	Nublado
2:00 p. m.	Mayormente Nublado
3:00 p. m.	Mayormente Nublado
4:00 p. m.	Lluvia ligera
5:00 p. m.	Mayormente Nublado
6:00 p. m.	Lluvia ligera
7:00 p. m.	Mayormente Nublado
8:00 p. m.	Mayormente Nublado
15 DE ENERO DEL 2021	
7:00 a. m.	Despejado
8:00 a. m.	Despejado
9:00 a. m.	Parcialmente Nublado
10:00 a. m.	Parcialmente Nublado
11:00 a. m.	Parcialmente Nublado
12:00 p. m.	Parcialmente Nublado
1:00 p. m.	Nublado
2:00 p. m.	Nublado
3:00 p. m.	Llovizna ligera
4:00 p. m.	Mayormente nublado
5:00 p. m.	Mayormente nublado
6:00 p. m.	Mayormente nublado
7:00 p. m.	Mayormente nublado
8:00 p. m.	Mayormente nublado

Fuente: Portal Web Weather Underground, (2021)

Se puede observar que la condición predominante de nubosidad para el distrito de Cerro Colorado, en las horas donde se realizó la experimentación, fue de "parcialmente nublado"; sin embargo, la zona donde se ubica la empresa (Parque Industrial de Río Seco) presentó condiciones óptimas para el desarrollo de la metodología, ya que el cielo se encontraba despejado.

En lo que respecta a la influencia que tienen los factores meteorológicos sobre el contenido de humedad del suelo; el sector de Cerro Colorado se caracteriza por poseer un clima cálido y templado, predominantemente seco. A su vez, es una zona semiárida a causa de la escasa precipitación existente en la ciudad de Arequipa, teniendo una humedad relativa promedio de 46%. Estos factores, añadidos a la escasez de áreas verdes en la zona (evapotranspiración baja) no

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

representan un factor determinante que influya sobre los valores de contenido de humedad del suelo.

ii. Suelo

El parque industrial Rio Seco se encuentra ubicado en el distrito de Cerro Colorado, al noroeste del centro de la ciudad de Arequipa. Mediante recopilación bibliográfica, se obtuvo que el tipo de suelo predominante en esta zona es **FRANCO ARENOSO** (Vilca & Gordillo, 2016), un suelo caracterizado por presentar una gran cantidad de arena en su composición, pero que a la vez cuenta con limo y arcillo, el cual otorga de cierta manera coherencia entre las partículas (Aprender de Vino, s.f.).

El relieve del distrito de Cerro Colorado es ligeramente plano, con una pendiente aproximadamente de 4%. Esto se debe a que el distrito se ubica en la llamada Planicie de Erosión. En esta unidad se distinguen 3 tipos de relieves: Superficie del Aeropuerto y Superficie de Pachacútec. De acuerdo con el Plan Urbano Distrital, el Parque Industrial de Rio seco pertenece a la Superficie del Aeropuerto, por lo que contiene depósitos de naturaleza **detrítica y piroclástica,** su relieve presente una ondulación suave con presencia de remanentes y formaciones de tobas, las cuales se conforman de piedra caliza ligera y de alta porosidad (Municipalidad Distrital de Cerro Colorado, 2011).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

iii. Sectores y puntos de muestreo

Imagen 10
Puntos de muestreo Sectores 1, 2 y 3



Fuente: Tomada de Google Earth, (2021)

4.1.4.2. Planificación

Teniendo ya en consideración los materiales e insumos que se iban a necesitar para el trabajo de campo, se procedió a establecer una fecha en la cual se iba a llevar a cabo.

Se decidió por los miércoles 13 y jueves 14, ya que las predicciones de condiciones de luz (nubosidad) serían las adecuadas.

También ya se tenía la coordinación con el laboratorio el cual haría el trabajo de medir la humedad de las muestras de suelos. Dicho laboratorio fue INGENIERIA, GEOTECNIA Y ELECTRICIDAD S.A.C. (INGEOLEC).

4.1.4.3. Campo

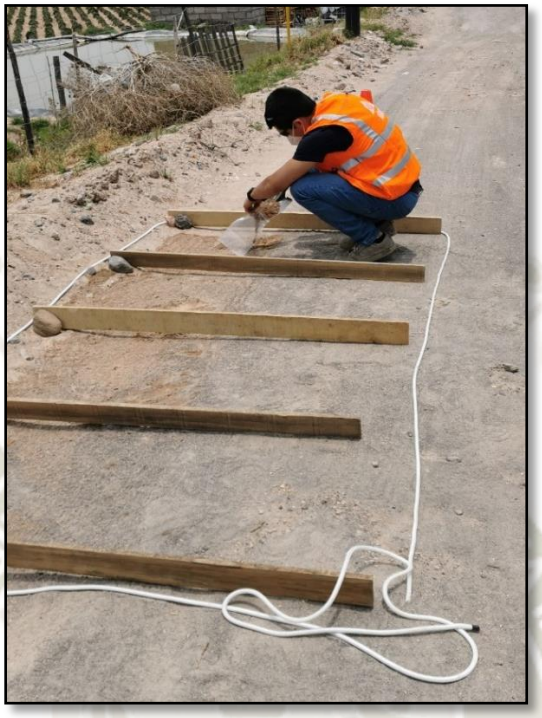
El miércoles 13 se llevaron a cabo los puntos 1 y 2, en los cuales se realizó la aplicación del biol y la toma de muestra.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Fotografía 3
Muestreo de suelo tras la aplicación de biol sobre la vía de ingreso



Fuente: elaboración propia (2021)

4.1.4.4. Resultados de contenido de humedad

i. Sector 1

Se muestran los resultados brindados por el laboratorio de contenido de humedad para el sector 1:

Tabla 19
Contenido de humedad - Sector 1

SECTOR	SUBCUADRANTE	DOSIFICACION	TIEMPO (m)	MASA HUMEDAD + CAPSULA (g)	MASA SECA + CAPSULA (g)	MASA CAPSULA (g)	MASA AGUA (g)	HUMEDAD (%)
1	-	Agua	-	936.00	931.00	99.00	5.00	0.6
	1.1	A	0	444.00	412.00	82.00	32.00	9.7
			15	549.00	513.00	83.00	36.00	8.4
			30	512.00	483.00	72.00	29.00	7.1
			45	652.00	623.00	88.00	29.00	5.4
			60	562.00	539.00	74.00	23.00	4.9
			75	758.00	739.00	98.00	19.00	3.0
	1.2	B	0	518.00	481.00	92.00	37.00	9.5
			15	618.00	580.00	92.00	38.00	7.8
			30	621.00	582.00	86.00	39.00	7.9
			45	709.00	675.00	100.00	34.00	5.9
			60	785.00	746.00	99.00	39.00	6.0

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

			75	831.00	802.00	101.00	29.00	4.1
	1.3	C	0	641.00	599.00	88.00	42.00	8.2
			15	656.00	618.00	91.00	38.00	7.2
			30	699.00	658.00	86.00	41.00	7.2
			45	827.00	783.00	86.00	44.00	6.3
			60	808.00	772.00	100.00	36.00	5.4
			75	668.00	646.00	98.00	22.00	4.0

Fuente: Elaboración propia, (2021)

En esta table se puede comparar el contenido de humedad de las muestras de suelo cada 15 minutos hasta los 75 minutos.

Imagen 11 Sector 1 - Coordenadas UTM 19K 223666.31 E 8190570.64 S



Fuente: tomada de Google Earth (2021)

ii. Sector 2

Se muestran los resultados brindados por el laboratorio de contenido de humedad para el sector 2:

Tabla 20
Contenido de humedad - Sector 2

SECTOR	SUBCUADRANTE	DOSIFICACION	TIEMPO (m)	MASA HUMEDAD + CAPSULA (g)	MASA SECA + CAPSULA (g)	MASA CAPSULA (g)	MASA AGUA (g)	HUMEDAD (%)
2	-	Agua	-	876.00	872.00	119.00	4.00	0.5
	2.1	A	0	937.00	894.00	313.00	43.00	7.4
			15	621.00	589.00	118.00	32.00	6.8
			30	733.00	701.00	120.00	32.00	5.5
			45	618.00	590.00	89.00	28.00	5.6
			60	727.00	710.00	125.00	17.00	2.9
			75					
	2.2	B	0	863.00	829.00	312.00	34.00	6.6
			15	684.00	658.00	188.00	26.00	5.5
			30	656.00	632.00	89.00	24.00	4.4
			45	686.00	659.00	122.00	27.00	5.0

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

			60	677.00	655.00	125.00	22.00	4.2
			75					
	2.3	C	0	770.00	730.00	192.00	40.00	7.4
			15	778.00	740.00	188.00	38.00	6.9
			3	738.00	707.00	101.00	31.00	5.1
			45	702.00	674.00	119.00	28.00	5.0
			60	689.00	665.00	120.00	24.00	4.4
			75					

Fuente: Elaboración propia, (2021)

En esta tabla se puede comparar el contenido de humedad de las muestras de suelo cada 15 minutos hasta los 60 minutos.

Imagen 12 Sector 2 - Coordenadas UTM 19K 223636.23 E 8190456.92 S



Fuente: tomada de Google Earth (2021)

iii. Sector 3

Se muestran los resultados brindados por el laboratorio de contenido de humedad para el sector 3:

Tabla 21
Contenido de humedad - Sector 3

SECTOR	SUBCUADRANTE	DOSIFICACION	TIEMPO (m)	MASA HUMEDAD + CAPSULA (g)	MASA SECA + CAPSULA (g)	MASA CAPSULA (g)	MASA AGUA (g)	HUMEDAD (%)
3	-	Agua	-	618.00	617.00	101.00	1.00	0.2
	3.1	A	0	565.00	525.00	88.00	40.00	9.2
			15	536.00	507.00	86.00	29.00	6.9
			30	514.00	489.00	86.00	25.00	6.2
			45	646.00	619.00	101.00	27.00	5.2
			60	555.00	539.00	100.00	16.00	3.6
			75					
	3.2	B	0	539.00	503.00	99.00	36.00	8.9
			15	607.00	586.00	98.00	21.00	4.3
			30	619.00	595.00	120.00	24.00	5.1

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

			45	533.00	520.00	89.00	13.00	3.0
			60	491.00	473.00	74.00	18.00	4.5
			75					
	3.3	C	0	477.00	438.00	72.00	39.00	10.7
			15	626.00	595.00	125.00	31.00	6.6
			30	582.00	556.00	99.00	26.00	5.7
			45	504.00	484.00	100.00	20.00	5.2
			60	500.00	485.00	89.00	15.00	3.8
			75					

Fuente: Elaboración propia, (2021)

En esta tabla se puede comparar el contenido de humedad de las muestras de suelo cada 15 minutos hasta los 60 minutos.

Imagen 13 Sector 3 - Coordenadas UTM 19K 223488.64 E 8190187.21 S



Fuente: tomada de Google Earth (2021)

4.1.4.5. Resultados de tiempo de secado

Se muestran los resultados obtenidos de tiempo de secado de los 3 sectores:

Tabla 22
Tiempo de secado

SECTOR	DOSIFICACIÓN	HORA INICIO	HORA SECADO	T (min)
1	Agua	10:04	11:24	80
	A	10:07	11:30	83
	B	10:10	11:31	81
	C	10:15	11:55	100
2	Agua	11:57	12:50	53
	A	11:58	13:09	71
	B	12:00	13:30	90
	C	12:03	13:25	82
3	Agua	10:52	11:47	55
	A	10:57	11:57	60
	B	11:00	12:20	80
	C	11:05	12:08	63

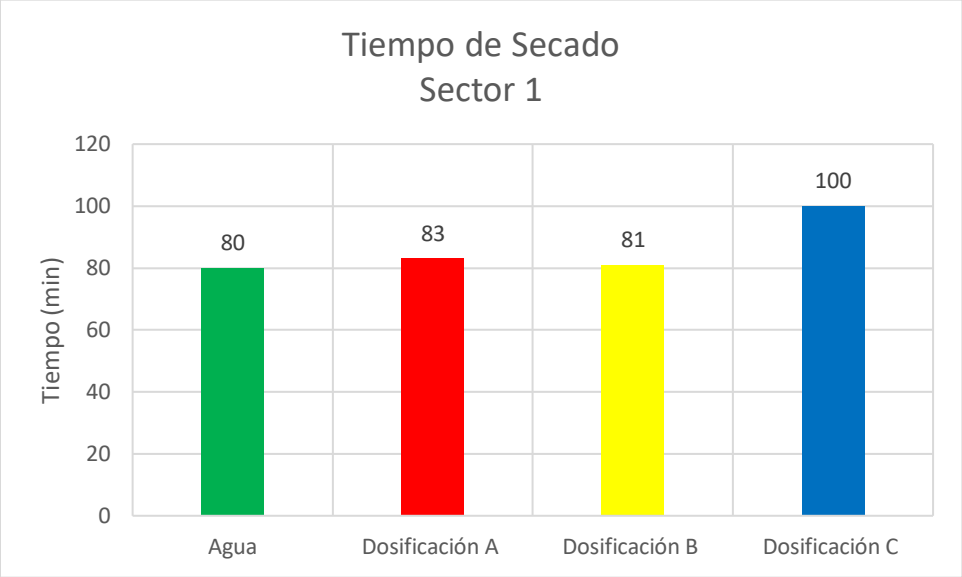
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Fuente: Elaboración propia, (2021)

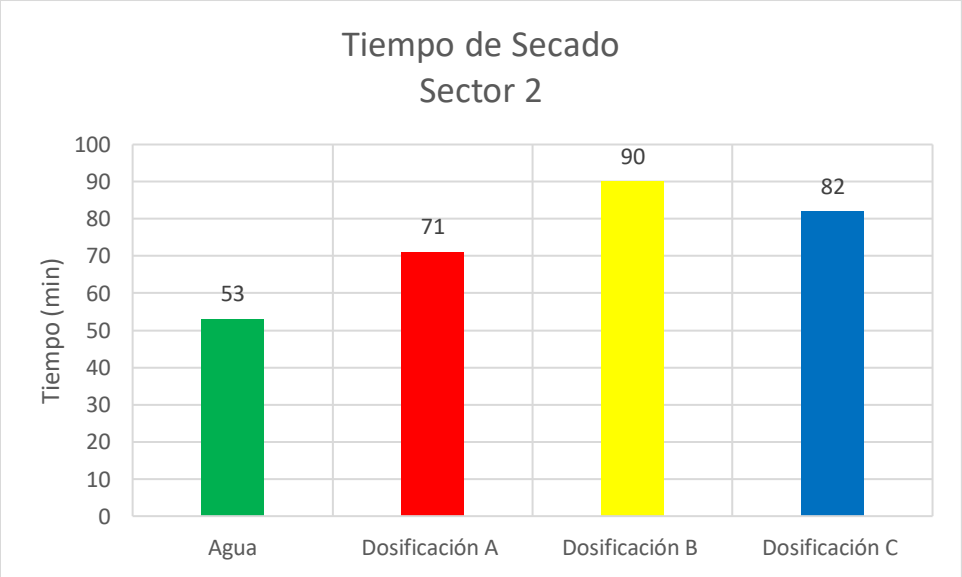
Gráfico 3
Tiempo de secado - Sector 1



Fuente: Elaboración propia, (2021)

En este grafico se ve que tanto la dosificación A y B, junto con el agua tienen casi el mismo tiempo de secado, destacando la dosificación C casi por 20 minutos más.

Gráfico 4
Tiempo de secado - Sector 2



Fuente: Elaboración propia, (2021)

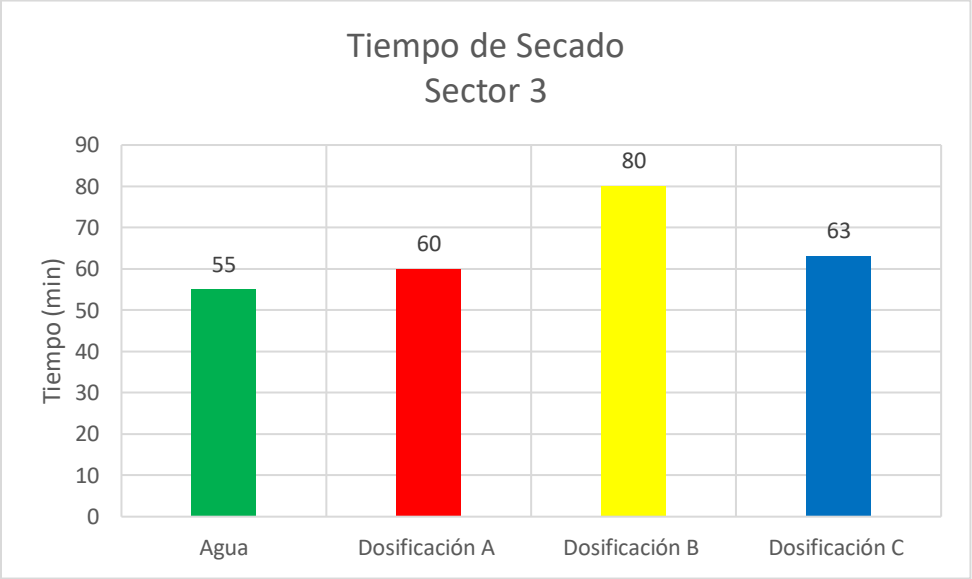
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En este caso, todas las dosificaciones superan por amplitud al agua, destacando la dosificación B con 90 minutos de tiempo de secado.

Gráfico 5
Tiempo de secado - Sector 3



Fuente: Elaboración propia, (2021)

Por último, en este sector, la dosificación B es la mayor con 80 minutos de tiempo de secado.

4.1.4.6. Dosificación óptima

En la siguiente tabla se comparan los porcentajes de humedad cada 15 minutos de los tres sectores:

Tabla 23
Porcentaje de humedad cada 15 minutos

HUMEDAD (%) VS TIEMPO							
SECTOR	DOSIFICACIÓN	TIEMPO (m)					
		0	15	30	45	60	75
		% humedad					
1	A	9.7	8.4	7.1	5.4	4.9	3.0
	B	9.5	7.8	7.9	5.9	6	4.1
	C	8.2	7.2	7.2	6.3	5.4	4.0
2	A	7.4	6.8	5.5	5.6	2.9	-
	B	6.6	5.5	4.4	5.0	4.2	-
	C	7.4	6.9	5.1	5.0	4.4	-
3	A	9.2	6.9	6.2	5.2	3.6	-
	B	8.9	4.3	5.1	3.0	4.5	-

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

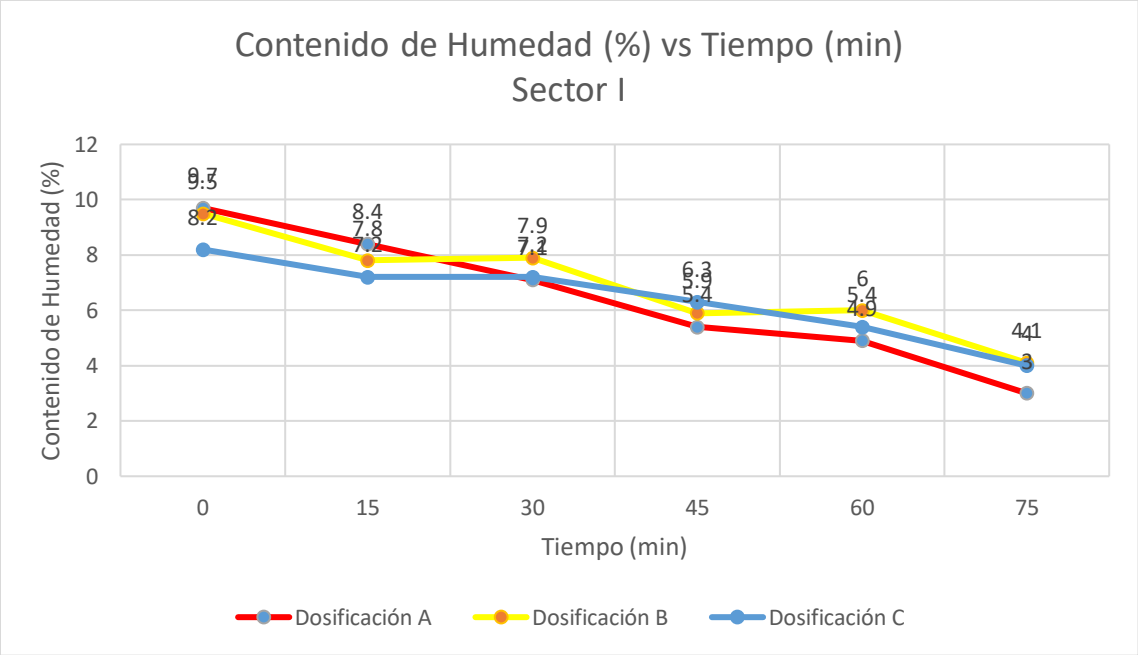
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	C	10.7	6.6	5.7	5.2	3.8	-

Fuente: Elaboración propia, (2021)

Gráfico 6
Contenido de humedad - Sector 1



Fuente: Elaboración propia, (2021)

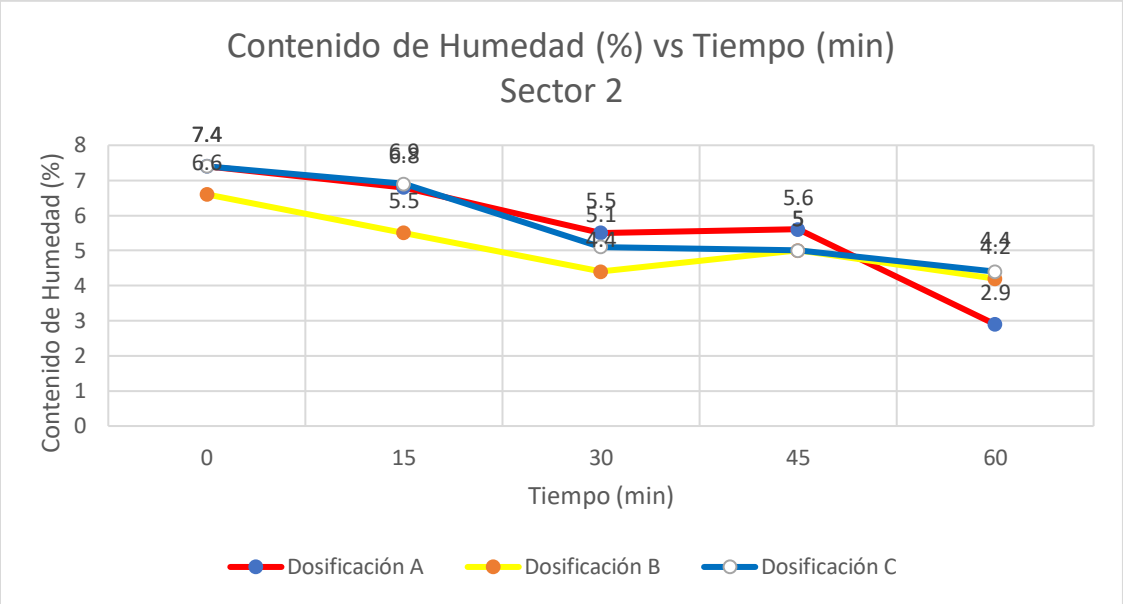
En este gráfico se observa que las 3 dosificaciones muestran un descenso de humedad muy parecido.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

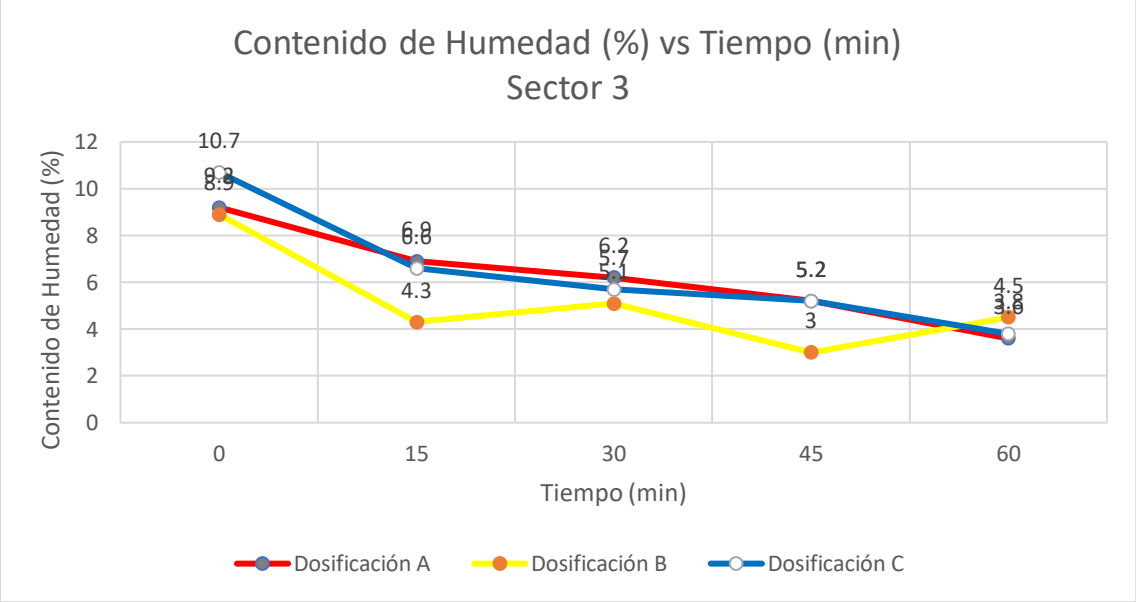
Gráfico 7
Contenido de humedad - Sector 2



Fuente: Elaboración propia, (2021)

La dosificación A, con ¼ de biol muestra un mayor descenso de humedad a diferencia de las otras dos dosificaciones.

Gráfico 8
Contenido de humedad - Sector 3



Fuente: Elaboración propia, (2021)

En este último grafico se observa que las 3 dosificaciones decaen al inicio; sin embargo, la dosificación B con ¾ de biol mantiene mayor humedad al minuto 60.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para el análisis estadístico de las gráficas presentadas, se calcularon las pendientes de los valores de contenido de humedad, siendo el eje X_{tiempo} y el eje $Y_{contenido\ de\ humedad}$, de los gráficos 3, 4 y 5.

La pendiente es la velocidad en la cual decae el contenido de humedad. Dicho de otro modo, es la velocidad de secado del suelo, la cual mientras más se aproxime al valor de 0, significa que tiene una menor caída y por ende una menor velocidad de secado, valor para determinar que dosificación es la más eficiente. Contrariamente, mientras más se aleje al valor de 0, tendrá una mayor caída y por ende una mayor velocidad de secado.

Entonces, calculamos las pendientes de las rectas en cada sector para ser comparadas entre sí, observando qué valor es más próximo al 0.

Tabla 24
Pendiente del contenido de humedad - Sector 1

TIEMPO (min)	CONTENIDO DE HUMEDAD		
	DOSIFICACIÓN A	DOSIFICACIÓN B	DOSIFICACIÓN C
0	9.7	9.5	8.2
15	8.4	7.8	7.2
30	7.1	7.9	7.2
45	5.4	5.9	6.3
60	4.9	6	5.4
75	3	4.1	4
PENDIENTE	-0.09	-0.07	-0.05

Fuente: Elaboración propia, (2021)

La dosificación C con ½ de biol es la más se aproxima al eje X_0.

Tabla 25
Pendiente del contenido de humedad - Sector 2

TIEMPO (min)	CONTENIDO DE HUMEDAD		
	DOSIFICACIÓN A	DOSIFICACIÓN B	DOSIFICACIÓN C
0	7.4	6.6	7.4
15	6.8	5.5	6.9
30	5.5	4.4	5.1
45	5.6	5	5
60	2.9	4.2	4.4
PENDIENTE	-0.07	-0.04	-0.05

Fuente: Elaboración propia, (2021)

La dosificación B con ¾ de biol es la que más se aproxima al eje X_0.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 26-
Pendiente del contenido de humedad - Sector 3

TIEMPO (min)	CONTENIDO DE HUMEDAD		
	DOSIFICACIÓN A	DOSIFICACIÓN B	DOSIFICACIÓN C
0	9.2	8.9	10.7
15	6.9	4.3	6.6
30	6.2	5.1	5.7
45	5.2	3	5.2
60	3.6	4.5	3.8
PENDIENTE	-0.09	-0.07	-0.10

Fuente: Elaboración propia, (2021)

La dosificación B con ¾ de biol es la que más se aproxima al eje X_0.

Tabla 27
Velocidad de secado - Sectores 1, 2 y 3

	AGUA	DOSIFICACIÓN A	DOSIFICACIÓN B	DOSIFICACIÓN C
SECTOR 1				
VELOCIDAD DE SECADO (pendiente)		-0.09	-0.07	-0.05
TIEMPO DE SECADO (minutos)	80	83	81	100
SECTOR 2				
VELOCIDAD DE SECADO (pendiente)		-0.07	-0.04	-0.05
TIEMPO DE SECADO (minutos)	53	71	90	82
SECTOR 3				
VELOCIDAD DE SECADO (pendiente)		-0.09	-0.07	-0.10
TIEMPO DE SECADO (minutos)	55	60	80	63

Fuente: Elaboración propia, (2021)

De acuerdo con lo obtenido, la dosificación óptima y la cual se tomará para incluirse en el Plan de Gestión es la B, con ¾ de biol y ¼ de agua, ya que fue la que menor velocidad de secado presento en los sectores 2 y 3 (ver tablas 9, 10 y 11). Estos resultados de velocidad de secado son reforzados con los tiempos de secado obtenidos de manera observacional, en los que de igual manera la dosificación B supera a las otras dosificaciones en los sectores 2 y 3 (ver tabla 12).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.5. PLAN DE GESTIÓN

El Plan de Gestión para el control de Material Particulado está desarrollado en el Apéndice 1.

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

i. La medición de material particulado se realizó en los exteriores de la empresa, arrojando un valor superior a lo establecido en los ECA's. Se consideró en un principio realizar dicho muestreo en los ambientes interiores de la empresa, ya que se analizó la posible existencia de factores externos que podrían influir en el resultado del muestreo; sin embargo, se nos recomendó realizar el procedimiento en la zona exterior de las instalaciones, ya que no difiere las características de esta zona, con los ambientes interiores (tránsito de vehículos pesados, suelo sin asfaltar y cielo descubierto en el taller). Esto se corroboró con la información obtenida del Diagnóstico Ambiental Preliminar de la empresa REPRESENTACIONES Y NEGOCIOS COMERCIALES A L&L S.A.C., también ubicada en Río Seco, donde se muestra que la calidad de aire medida en las zonas interiores de dicha empresa, arrojaron un resultado de 150 $\mu g/m^3$, superando también los valores establecidos en el ECA's. (Ministerio de Producción, 2016)

Por otro lado, la coyuntura en la cual se desarrolló la tesis, y el tiempo exacto en que se realizó el muestreo (enero 2021), era riesgoso el estar en contacto con otras personas debido a que se desarrollaba la pandemia por COVID 19.

ii. Si bien la dosificación óptima fue la B con ¾ de biol y ¼ de agua en el sector 2 y 3, la dosificación C con partes iguales de biol y agua fue la que presento menor de velocidad de secado y mayor tiempo de secado en el sector 1. Esto podría deberse a que el subcuadrante 1.3 (ver imagen 2) hubiese tenido mayor contenido de humedad debido a factores externos.

iii. El biol utilizado para nuestra investigación fue obtenido a través de la descomposición de fuentes vegetales, según lo indicado por la empresa proveedora; sin embargo, esta composición no debe ser tomada como un parámetro establecido para la replicación de nuestra investigación en proyectos futuros, ya que el insumo utilizado en el proceso experimental es de libre elección por parte del ejecutor del proyecto, por lo que es viable que se utilice bioles de composición animal u otro tipo de compuestos orgánicos. Con esta variable se obtendrán nuevos resultados, los cuales representarán un tema de discusión y comparación con otras investigaciones.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

iv. Al analizar los valores de velocidad de secado, se observa que las pendientes de las dosificaciones de cada sector no varían de una forma considerable entre sí, siendo para el sector 1:

Tabla 28
Porcentaje de la pendiente - Sector 1

	CONTENIDO DE HUMEDAD		
	DOSIFICACIÓN A	DOSIFICACIÓN B	DOSIFICACIÓN C
PENDIENTE	-0.09	-0.07	-0.05
%	9	7	5

Fuente: Elaboración propia, (2021)

Tabla 29
Porcentaje de la pendiente – Sector 2

	CONTENIDO DE HUMEDAD		
	DOSIFICACIÓN A	DOSIFICACIÓN B	DOSIFICACIÓN C
PENDIENTE	-0.07	-0.04	-0.05
%	7	4	5

Fuente: Elaboración propia, (2021)

Tabla 30
Porcentaje de la pendiente - Sector 3

	CONTENIDO DE HUMEDAD		
	DOSIFICACIÓN A	DOSIFICACIÓN B	DOSIFICACIÓN C
PENDIENTE	-0.09	-0.07	-0.10
%	9	7	10

Fuente: elaboración propia (2021)

Los valores de porcentaje de velocidad de secado varían dentro del margen inferior de 4% (menor velocidad de secado) y margen superior de 10% (mayor velocidad de secado). Esto nos indica que, si bien existe una variación cuantificable respecto a las velocidades de secado en las diferentes dosificaciones, la variación es de tan solo 6%. Sin embargo, este margen de variación sobre la eficiencia del biol en diferentes dosificaciones toma significativa importancia cuando es llevado a un proyecto como el que se propone en esta investigación, aumentando la eficacia del riego de vías, ya que, al ser mezclado con agua, podría hacer que este se tarde más en evaporarse de acuerdo con la ley termodinámica de disminución de la presión de vapor. (Bravo & Rojas, 2016)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

v. Los datos obtenidos de tiempo de secado son de naturaleza cualitativa, dependiendo del ejecutor del proyecto y los factores externos que puedan influir en el resultado, tales como el tipo de suelo, las condiciones climáticas y parámetros meteorológicos característicos de la zona. Es por ello que no se registra un valor teórico bibliográfico que pueda ser tomado como referencia para la presente investigación; sin embargo, es posible comparar estos resultados, con los presentados en la investigación de Jesu Otoya, el cual determinó la eficiencia del biol frente al uso de agua para la mitigación de polvo en el departamento de Cajamarca, en donde se aplicó biol y agua en un suelo grava-arenoso, y se evaluó el contenido de humedad del suelo. Los resultados que se obtuvieron en dicha investigación indican que una solución que presenta mayor cantidad de biol muestra un 50% más de eficiencia, aumentando así la mitigación de polvo, corroborando los resultados de nuestro proyecto.

vi. Se optó en utilizar los datos brindados por la estación San José de Uzuña para la elaboración de la Rosa de Vientos, a pesar de que ésta se encuentra a una distancia considerada de la zona donde se realizó el estudio, debido a que es la única estación de tipo automática que brinda datos de velocidad y dirección del viento en la provincia de Arequipa.

vii. Si bien el resultado obtenido del muestreo de material particulado PM_{10} realizado en la empresa superó los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental para aire; esto no indica que el sobreexcedente sea constante. Es por ello por lo que este Plan de Gestión para el Control de Material Particulado se elaboró tomando como base el Principio Precautorio establecido en el Artículo VII de la Ley General del Ambiente, el cual indica que la falta de certeza absoluta de un peligro que pueda causar daños graves o irreversibles al ambiente no debe ser tomado como una razón para tomar medidas eficaces y eficientes para evitar la degradación del ambiente. (Ministerio del Ambiente, 2005)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

i. A través de la información obtenida por medio de las entrevistas realizadas al personal de la empresa, se supo que el material particulado perjudica de manera directa a los equipos, materiales, aparatos de seguridad etc., causando situaciones de riesgo y perjuicios económicos; así mismo, el ambiente laboral de los trabajadores se ve afectado debido a la incomodidad que genera este agente físico en sus labores diarias. La empresa no cuenta con una medida de gestión para el control del material particulado, y las acciones que toman son metodologías convencionales, las cuales se basan en limpieza de ambientes y el riego de vías con agua.

ii. El resultado obtenido en el muestreo de material particulado realizado fue de 136.5418 µg/m3, superando en un 37% los valores permitidos establecidos en la normativa ambiental (Estándar de Calidad Ambiental). Este valor, sumado a lo declarado por los trabajadores, refleja el problema situacional que vive la empresa.

iii. Se determinaron las causas de la alta concentración de polvo dentro de las instalaciones de la empresa, obteniendo que las que la vía principal sin pavimentar, la inacción por parte de las autoridades locales, las condiciones climáticas características de la zona (vientos fuertes y escasos periodos de lluvias), el tipo de suelo y la inexistencia de un programa de gestión por parte de la empresa.

iv. Se obtuvo que la dosificación óptima de biol es la B, que presenta una concentración de ¾ partes de biol y ¼ parte de agua; este resultado fue determinado mediante el análisis de los valores de contenido de humedad del suelo hallando la pendiente de dichos valores, apoyados por los valores de tiempo de humedecimiento, el cual indica que esta concentración de biol es 34% más efectiva respecto al agua (método utilizado actualmente).

v. Se elaboró un plan de gestión para el control de material particulado, estableciéndose objetivos, metas y líneas de acción, junto con acciones preventivas como difusión de información dentro de la empresa, entrega de equipos de protección personal, etc.; y una acción correctiva basada en la aplicación de biol en su dosificación óptima, sobre la vía de ingreso.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.2. RECOMENDACIONES

i. Las características físico – químicas del biol utilizado en los ensayos de nuestra investigación fueron brindadas por el proveedor (empresa DUPSO), por lo que se recomienda que, para la réplica de nuestra experimentación, el análisis físico – químico del biol sea realizado por el ejecutor del proyecto, para obtener resultados que se ajusten a sus requerimientos, además de presentar una mayor fiabilidad.

ii. Para la realización de los ensayos de contenido de humedad de suelo, se recomienda optar por días que presenten condiciones climáticas optimas (escasa nubosidad y sin precipitaciones) con la finalidad de que los resultados no se vean alterados.

iii. La determinación de dosificación de biol se realizó sobre un suelo tipo franco arenoso, por lo cual se recomienda identificar previamente el tipo de suelo para replicar la experimentación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2018, Junio 4). *EPA.gov*. Obtenido de https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. (2018, Junio 04). *EPA.gov*. Obtenido de https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-del-material-particulado-pm-sobre-la-salud-y-el-medioambiente

Andrade, L., & Rocha, J. (2016). *Elaboración de un Plan de Gestión Específico para prevenir enfermedades broncorespiratorias en la planta de Producción de FMU LTDA que tiene como materias primas diferentes tipos de madera.* Caldas.

Aprender de Vino. (s.f.). *aprenderdevino.es*. Obtenido de https://www.aprenderdevino.es/suelos-textura/

Arciniégas, C. (2012). *Diagnóstico y Control de Material Particulado: Partículas Suspendidas totales y fracción respirable PM10.* Caldas: Scielo.

Ayuntamiento de Valladolid. (2006). *Plan de Acción destinado a la reducción del material particulado, fracción PM10 en el área urbana de Valladolid.* Valladolid.

Ayuntamiento de Valladolid. (s.f.). *Material Particulado PM10/PM2,5*. Obtenido de https://www.valladolid.es/es/rccava/contaminantes/material-particulado-pm10-pm2-5

Baron, O., Castaño, D., & Osorio, J. (2017). *Efecto de la contaminación ambiental por Material Particulado PM2,5 en el desarrollo psicomotor en niños menores de 05 años en dos Jardines Infantiles en Bogotá.* Bogotá.

Brauer, D., Giubergia, A., & Gil-Costa, V. (2019, Junio). *Scielo.* Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1993-80122019000200165

Bravo, A., & Rojas, K. (2016). *Determinación de la posible factibilidad de Uso del Biol en riego de vías, Tantahuatay, Cajamarca, 2016.* Cajamarca.

Canales, M., Quintero, M., Castro, T., & García, R. (2014). *Las Partículas Respirables PM10 y su Composición Química en la Zona Urbana y Rural de Mexicali, Baja California en México.* Baja California.

Cano, M., Bennet, A., Silva, E., Robles, S., Sainos, U., & Castorena, H. (2016). *Caracterización de bioles de la fermentación anaeróbica de excretas bovinas y porcinas.* Tlaxcala: Scielo.

Celina, H., & Campo-Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente Alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquitaría*.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Celina, H., & Campo-Arias, A. (2008). Propiedades Psicométricas de una Escala: La Consistencia Interna. *Revista de Salud Pública*, 831-839.

De la Ossa, A. (2019). *Estrategia de prevención, control y mitigación de las emisiones atmosféricas provenientes de actividades de explotación minera de Carbón a cielo abierto.* Medellín.

Diario Correo . (2016, Agosto 12). *Diario Correo*. Obtenido de https://diariocorreo.pe/edicion/arequipa/contaminacion-aumento-en-el-cono-norte-por-el-polvo-690908/

Durán, M., & Peña, D. (2018). *Métodos de Supresión de Polvo para Evitar el Gasto Excesivo del Recurso Hídrico en la Minería.* Viña del Mar.

George, C. (2018). Aplicación del Método Delpho Modificado para la Validación de un Cuestionario de Incorporación de las TIC en la Práctica Docente. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 113-135.

Guivar, P., & Zelada, R. (2018). *Estudio comparativo de supresores de polvo dasault, DL10 plus y Knockout dustply para la mitigación de material particulado en vías de Yanacocha.* Cajamarca.

INEI. (2007). *Dirección General de Ordenamiento Territorial - SIG*. Obtenido de https://drive.google.com/file/d(0B6Fh65ABMZicU1ZpeHFhOFh2ZDQ/view

INEI. (2014). *Anuarios de Estadísticas Ambientales.* Lima.

Instituto Nacional de Investigación Agraria. (2008). Producción y Uso del Biol. Lima, Perú.

Landeta, J. (2002). *El método Delphi.* Barcelona: Ariel.

Linares, C., & Díaz, J. (2008). ¿Qué son las PM2,5 y cómo afectan a nuestra salud? *El Ecologista Nº 58*.

Martínez, M., Sánchez, B., & Camacho, A. (2019). Método Delphi: validar un instrumento para la medición de características de un libro de texto de probabilidad y estadística. *Revista de Educación Técnica*, 8-18.

Mediavilla, L., & García, J. (2013). Diseño, creación y validación de una entrevista para obtener datos biográficos, de carácter deportivo-militar, de los militares que participaron en unos juegos olímpicos. *Journal of Sport and Health Research*, 157-166.

Ministerio de Producción. (2016). *Resolución Directoral Nº 101-2016-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM - Aprobación de la Declaración Ambiental Preliminar para la empresa REPRESENTACIONES Y NEGOCIOS COMERCIALES A L&L S.A.C.* Lima.

Ministerio del Ambiente. (2005). Ley General del Ambiente. Lima.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ministerio del Ambiente. (2005). Ley General del Ambiente. Lima, Perú.

Montesdeoca, L. (2007). *Diseño de un Plan de control para ruido, polvo y luz en una planta de elaboración de hormigón.* Guayaquil.

Municipalidad Distrital de Cerro Colorado. (2011, Enero 05). Plan Urbano Distrital de Cerro Colorado 2011-2021. Arequipa, Perú.

OEFA. (2016). *La vinculación y retroalimentación entre la Certificación Ambiental y la Fiscalización Ambiental.* Lima.

Otoya, J. (2018). *Determinación de la eficiencia del biol con respecto al método tradicional para la mitigación del polvo en el Jirón El Sol sin pavimentar, distrito Baños del Inca - Cajamarca.* Cajamarca.

Peña, D. (2018). *Métodos de Supresión de polvo para evitar el gasto excesivo del recurso hídrico en la minería.* Viña del Mar.

Pérez, M., Peña, E., Lago, S., Batista, Y., & Hechavarría, A. (2017). *Producción de biol y determinación de sus características físico-químicas.* Provincia de Las Tunas.

Pozo, T., Gutiérrez, J., & Rodríguez, C. (2007). El uso del método Delphi en la Definición de los criterios para una formación de calidad de animación sociocultural y tiempo libre. *Revista de Investigación Educativa*, 351-366.

PRODUCE. (2017). *Evaluación de la Declaración de Adecuación Ambiental de la planta de "Fabricación de equipos y repuestos para la industria minera, así como actividades de reparación de equipos y repuestos" de la empresa METSO PERU S.A.* Arequipa.

Querol, X. (2018). *La calidad del aire en la ciduades.* Obtenido de Un reto mundial: http://www.fundacionnaturgy.org/wp-content/uploads/2018/06/calidad-del-aire-reto-mundial.pdf

Reguant, M., & Torrado, M. (2016). El método Delphi. *REIRE - Revista d' Innovació i Recerca en Educació*, 87-102.

Sagástegui, A. (2012). *Propuesta para reducir las emisiones de polvo fugitivo en el proceso productivo de una empresa cementera.* Lima.

SINIA. (s.f.). Obtenido de https://sinia.mma.gob.cl/temas-ambientales/instrumentos-para-la-gestion-ambiental/

Suarez, L., Alvarez, D., & Bendezu, Y. P. (2017). Caracterización química del material particulado atmosférico del centro urbano de Huancayo, Perú. *Sociedad Química del Perú*, 187-199.

Tejada, O. (2018). *Implementación de un sistema de mitigación de material particulado en el área de chancado mediante la aplicación de niebla seca en la Unidad Belén de la Empresa Minera Titán del Perú S.R.L.* Arequipa.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Ulate, A. (2018). *Control de Polvo en Caminos no Pavimentados.* PITRA-LanammeUCR.

Vilca, F., & Gordillo, Y. (2016). *Retención de Metales Pesados en Suelos y su Impacto Ambiental*. Arequipa.

Zarantonello, A. (s.f.). *Conicet Mendoza*. Obtenido de https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/MitigAm.htm

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

APÉNDICES Y ANEXOS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PLAN DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO PM10

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1-1-2021

PLAN DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO - 2021

Características y Ejecución



Julio Alegría / Diego Cárdenas
METSO OUTOTEC S.A.C.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN 2

II. OBJETIVOS DEL PLAN 2

2.1 OBJETIVO GENERAL 2
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 2

III. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA 3

IV. ALCANCE 3

V. MARCO LEGAL 4

5.1 LEY GENERAL DEL AMBIENTE 4
5.2 ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL 4

VI. JUSTIFICACIÓN 4

6.1 JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL 4
6.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL 4
6.3 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA 5
6.4 JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA 5

VII. RESPONSABILIDADES 6

VIII. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES 0

8.1 FUENTE POTENCIAL DE MATERIAL PARTICULADO 0
8.2 RIESGOS POTENCIALES 0
8.3 METAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN 1

IX. ACCIONES 3

9.1 PREVENTIVAS 3
9.1.1 DIFUSIÓN DE LA INFORMACIÓN 3
9.1.2 CHARLAS INFORMATIVAS 0
9.1.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPPS) 4
9.1.4 EVALUACIÓN DE POLVO RESPIRABLE 5
9.1.5 PROGRAMA DE LIMPIEZA 6
9.2 CORRECTIVAS 9
9.2.1 APLICACIÓN DEL BIOL SOBRE LA VIA DE INGRESO 9

X. MONITOREO Y EVALUACIÓN 11

XI. MEJORA 12

XII. CRONOGRAMA 12

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

I. INTRODUCCIÓN

El presente plan ha sido elaborado con el objetivo de establecer los lineamientos y procedimientos requeridos para minimizar el impacto provocado a la empresa METSO OUTOTEC S.A.C. por la alta generación de material particulado, través de la implementación de acciones preventivas y correctivas.

En este plan se ha desarrollado la gestión correspondiente para controlar el problema generado por las concentraciones altas de material particulado. Se establecieron objetivos, metas y líneas de acción dirigidas tanto al factor humado e infraestructura, así como a la fuente principal de generación de material particulado, la cual es la vía pública de ingreso principal a la empresa.

El presente documento tiene como base el compromiso de sostenibilidad establecido en la Política de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente de la empresa METSO OUTOTEC S.A.C., el cual indica los siguientes lineamientos:

- El desarrollo de un futuro sostenible para la industria mediante la investigación de soluciones que presenten un impacto positivo en el planeta.
- Responsabilidad y eficiencia en la prestación de servicios, en términos de seguridad, salud y medio ambiente.

II. OBJETIVOS DEL PLAN

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Establecer lineamientos y acciones para el control de material particulado (PM_{10}) con el fin de reducir su afectación a la empresa, bajo criterios de ecoeficiencia y seguridad.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Sensibilizar y capacitar a los trabajadores de la empresa sobre el material particulado y el riesgo que este supone.
- Minimizar el impacto que genera el material particulado a los trabajadores de la empresa mediante el uso de equipos de protección personal (EPPs)
- Reducir el nivel de material particulado ambiental a través de la aplicación de biol en la vía de ingreso a la empresa.
- Generar datos periódicos de niveles de material particulado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Mejorar el sistema de limpieza de las instalaciones (pisos y mueblería de la empresa)

III. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

METSO OUTOTEC es una empresa que opera en los sectores de minería, petróleo y gas ofreciendo servicios de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos relacionados al procesamiento de mineral, en los principales clientes mineros en el norte y sur del país siendo las principales actividades: Diseño e ingeniería para el desarrollo de soluciones, fabricación de componentes overhaul de molinos, chancadoras y zarandas, ensamble de equipos, etc. A su vez, ofrece tecnologías y servicios que reducen el consumo de energía y agua al incrementar la eficiencia del proceso, el reciclaje y reprocesamiento de relaves y desechos.

Las instalaciones del centro de servicios de METSO OUTOTEC se encuentran ubicado en el Parque Industrial de Río Seco, distrito de Cerro Colorado, Arequipa. Con una superficie de 13000 m^2, de los cuales 1200 m^2 son talleres, el establecimiento es utilizado por la empresa para realizar la fabricación y reparación de equipos pertenecientes a la compañía, como a otros no relacionados a METSO OUTOTEC.



Fotografía 1 Interior de la empresa

IV. ALCANCE

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El presente documento es de cumplimiento para todo el personal de la empresa que labora en las instalaciones. El personal involucrado en las actividades deberá conocer, entender y cumplir todas las directrices establecidas en el presente documento.

V. MARCO LEGAL

5.1 LEY GENERAL DEL AMBIENTE

Del título III, capítulo 3, artículo 13, sobre la calidad ambiental, el cual establece que toda persona, natural o jurídica, pública o privada, tiene el deber de contribuir a prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente y de sus componentes.

5.2 ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL

Los Estándares de Calidad Ambiental de aire son un referente obligatorio para el diseño y aplicación de instrumentos de gestión ambiental, sin aplicables para aquellos parámetros que caracterizan emisiones de actividades productivas, extractivas y de servicios.

VI. JUSTIFICACIÓN

6.1 JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

La implementación del plan de gestión para el control de material particulado aportara acciones responsables y eficientes, así como medidas de mitigación amigables con el medio circundante, sin afectar otros componentes ambientales, buscando el cumplimiento de lo especificado en la normativa ambiental vigente, mejorando la relación empresa-medio ambiente.

6.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La implementación del plan de gestión para el control de material particulado creara un ambiente laboral sano y seguro para con sus

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

trabajadores, donde estos puedan ejercer sus labores con normalidad, disminuyendo el riesgo de enfermedades ocupacionales.

Además de ello, significara una mejora en la presentación de la organización frente a la comunidad, creando una imagen de empresa socialmente responsable.

6.3 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

La implementación del plan de gestión para el control de material particulado reducirá los costos de mantenimiento, tanto de equipos como infraestructura, que sea vean afectados por este agente físico, ya que la aplicación de sus medidas correctivas generará una disminución considerable en la generación de material particulado ambiental, evitando su asentamiento. Así mismo, la utilización de biol como agente supresor de material particulado, implicara una reducción en la cantidad de agua utilizada con la misma finalidad, disminuyendo los costos de consumo de esta.

6.4 JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA

La implementación del plan de gestión para el control de material particulado promoverá el desarrollo y uso de tecnologías eficientes, de bajo costo y limpias, mediante la utilización del biol como agente supresor aprovechando al máximo los recursos disponibles, rigiendo a la empresa bajo el concepto de desarrollo sostenible.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

VII. RESPONSABILIDADES

Este plan comprende diferentes estrategias e instrumentos de gestión para su cumplimiento y funcionamiento con uno o varios responsables, indicados en la siguiente matriz RACI:

Tabla 1 Roles y Responsabilidades

Roles / Tareas	MEDIO AMBIENTE	SALUD Y SEGURIDAD	LOGISTICA	GERENCIA
	Encargado de MA	Encargado de SSO	Jefe de logística	Jefe de planta
Difusión de la información	**R/A**		**I**	
Desarrollo de charlas informativas				
Elaboración		**R**		**C**
Publicación	**C**	**R**	**I**	
Entrega de EPPs	**C**	**R**	**A**	
Evaluación de polvo respirable				
Planificación	**R**		**A**	
Ejecución	**R**		**I**	**A/I**
Metodología de biol				
Planificación	**R**		**A**	
Ejecución	**R**		**I**	**A/I**
Nuevo programa de limpieza	**C**		**A/R**	

Fuente: Elaboración propia

R	Responsables
A	Autoridades
C	Consultores
I	Informadores

Fuente: Elaboración propia

Los responsables son los que se encargan de realizar las tareas; las autoridades son los que dan inicio, suspenden o finalizan con los resultados de la línea de acción; los consultores están al tanto de la información y se les acude en caso de dudas o apoyo; finalmente los informadores se le solicita decisiones o se les informara de cambios o situaciones.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

VIII. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

8.1 FUENTE POTENCIAL DE MATERIAL PARTICULADO

Se identificó que la principal fuente de generación de material particulado es la **vía pública de ingreso** la cual se encuentra sin pavimentar. Por el alto tránsito de vehículos pesado genera el levantamiento de polvo de la superficie del suelo.



Ilustración 1 Vía de ingreso a la empresa sin pavimentar

8.2 RIESGOS POTENCIALES

- Exposición a partículas respirables a partículas PM_{10}:
- Mantenimientos de equipos no previstos
- Malestar en los trabajadores de la empresa
- Probabilidad de desarrollar enfermedades respiratorias
- Impacto negativo sobre el ambiente

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

8.3 METAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN

Tabla 2 Metas y líneas de Acción

N	OBJETIVOS ESPECIFICOS	METAS	LINEAS DE ACCION	INDICADORES
1	Sensibilizar y capacitar a los trabajadores de la empresa sobre el material particulado y el riesgo que este supone.	Capacitar al 100 % de los trabajadores de la empresa sobre los riesgos que el material particulado genera en la salud.	Difusión de la información a través de pancartas e infografías en los distintos ambientes de la empresa.	Porcentaje de áreas implementadas con material informativo.
			Desarrollo de charlas informativas trimestrales.	Porcentaje de trabajadores sensibilizados
2	Minimizar el impacto que genera el material particulado a los trabajadores de la empresa mediante el uso de Equipos de protección personal.	Equipar al 100 % de los trabajadores en exposición al material particulado con los Equipos de protección personal adecuados.	Entrega de Equipos de protección personal.	Porcentaje de trabajadores con Equipos de protección personal.
3	Recudir el nivel de material particulado ambiental a través de la aplicación de biol en la vía de ingreso a la empresa.	Reducir en un 50 % el polvo ambiental en la empresa.	Aplicar la metodología de biol sobre la vía de ingreso a la empresa.	Concentración de material particulado (Pm10) en el aire
4	Mejorar el sistema de limpieza de las instalaciones (pisos y mueblería) de la empresa.	Reducir en un 50 % la cantidad de veces que se limpian los pisos y mueblería.	Aplicar un nuevo programa de limpieza de ambientes en la empresa.	Cantidad de veces que se realiza la limpieza.

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En la siguiente fotografía se puede observar el área de aplicación de cada medida contemplada en el plan:



Ilustración 2 Área de aplicación de las medidas del Plan de Gestión

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

IX. ACCIONES

9.1 PREVENTIVAS

9.1.1 DIFUSIÓN DE LA INFORMACIÓN

¿Por qué es importante la difusión de la información?

Para una organización, es importante que los trabajadores tengan conocimiento sobre los riesgos a los cuales están expuestos, y qué pueden hacer para minimizarlos. Ciertamente, es necesario reforzar constantemente estos conocimientos a través de diferentes instrumentos o metodologías.



¿Cómo se distribuirá?

Esta información estará distribuida en los diferentes ambientes de la empresa como pasillos, comedor, talleres, etc. (queda a criterio del Supervisor de Planta o responsable)

Por ejemplo:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

¡Protejámonos del polvo ambiental!

¿QUÉ ES EL POLVO AMBIENTAL?

El polvo Ambiental o material particulado son particulas solidas derivadas de difererntes sustancias. Pueden ser polvo, suciedad, hollín, etc.



Se genera de forma natural en el medio ambiente (viento); u ocasionada por el paso de vehiculos.

¿QUÉ OCASIONA?

Daños en los equipos y maquinarias, sistemas de seguridad e incendios, ocasionando perdidas económicas.





Irritación ocular y cutánea, alergias, asma o efectos graves a largo plazo.

¿QUÉ DEBEMOS HACER?



Uso correcto de equipos de protección personal.

Correcta limpieza de espacios y mueblería.





Aplicación de insumos sobre zonas descubiertas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

9.1.2 CHARLAS INFORMATIVAS

¿Por qué son importantes las charlas?

Según lo indicado en los artículos 49 y 50 de la Ley Nro 29783 “Ley de Salud y Seguridad en el Trabajo”, el empleador debe garantizar el desarrollo de un sistema de seguridad, junto a una constante capacitación, cumpliendo con los principios de prevención y protección.

¿Cómo se desarrollarán?

Mediante charlas de seguridad que se realizan previo al inicio de actividades, enfatizándose en el estricto y correcto uso de los Equipos de protección personal, evitando la aparición de enfermedades ocupacionales.

También se realizará una capacitación dentro del programa anual de capacitaciones elaborador por el comité de Salud y Seguridad en el Trabajo.

Estas charlas y capacitaciones se realizarán a través de la difusión de material audiovisual (diapositivas o videos), material escrito (volantes o trípticos), demostración en campo, etc.

¿Qué informará?

Aquí se muestran diapositivas como ejemplo:



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

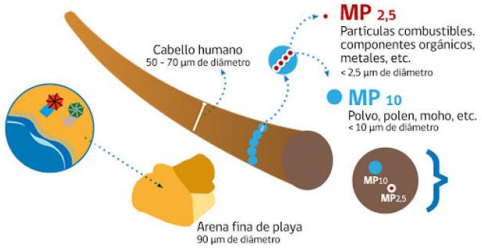
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



¿QUÉ ES EL MATERIAL PARTICULADO PM10?

Llamado también polo ambiental, se trata de una mezcla de partículas líquidas y sólidas menores a 10 micrómetros de tamaño, derivadas de sustancias orgánicas e inorgánicas

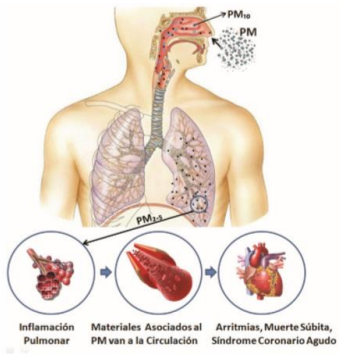


Pueden ser generadas por fuentes tanto móviles como estacionarias, de manera natural o antropogénica

EFECTOS DEL MATERIAL PARTICULADO

Efectos sobre el ambiente

- Deterioro de la visibilidad
- Acidez en cuerpos de agua
- Daño de bosques
- Contribución a la formación de lluvia ácida



Efectos sobre la salud

- Muerte prematura en personas con enfermedades cardiopulmonares
- Infartos
- Irregularidad en los latidos del corazón
- Asma agravada

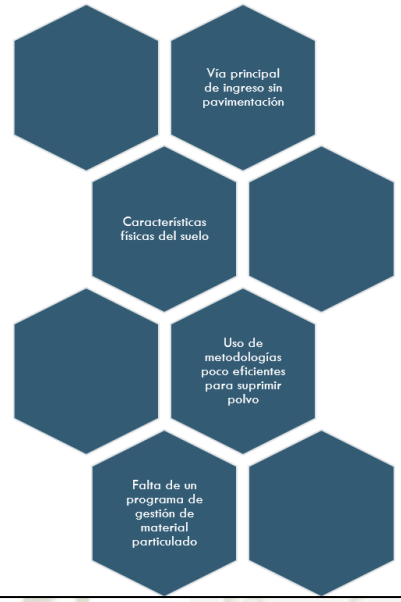
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

EL PROBLEMA DEL MATERIAL PARTICULADO EN METSO OUTOTEC

Causas y Raíces del Problema









PLAN DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO EN LA EMPRESA METSO OUTOTEC

Objetivo Principal del Plan	Establecer lineamientos y acciones para el control de material particulado (PM10), con el fin de reducir su afectación a la empresa, bajo criterios de ecoeficiencia y seguridad
Medidas preventivas	Dirigidas al cuidado y capacitación constante del trabajador. Uso de EPPs Charlas informativas
Medidas correctivas	Dirigido al control del agente físico. Uso de biol como agente supresor en el riego de vías

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Equipos de Protección Personal para el cuidado frente al material particulado

Protección Respiratoria

Mascarillas, según lo establecido en la NTP 329.201.2020





Protección Ocular

Lentes de Seguridad



Riego de vías con Biol

El biol es un abono líquido resultante de la descomposición de residuos de origen animal y vegetal.

Experimentaciones en campo han demostrado su eficiencia como supresor de polvo respecto al uso de agua.

El método aplicado en METSO consiste en el riego de la vía principal de ingreso con una solución agua + biol, donde ¾ partes sean de biol y ¼ de agua



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

9.1.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPPS)

¿Qué son los equipos de protección personal?

Los equipos de equipos de protección personal son elementos especiales que se usan generalmente como parte de la indumentaria de trabajo que tiene como objetivo principal proteger diferentes partes del cuerpo, reduciendo el riesgo de lesiones o accidentes.

Los EPPs entregados al personal serán los establecidos en la Norma Técnica Peruana 329.201.2020 sobre Dispositivos de Protección Respiratoria (Respirador filtrante de protección contra partículas y métodos de ensayo). Así también, brindara lentes de seguridad para la protección ocular del trabajador.





¿Cómo se entregarán los EPPs?

Las entregas de EPPs se llevarán a cabo los lunes, previo al inicio de labores; la cantidad de EPPs entregados a cada trabajador será dispuesto por la empresa y tendrá que cubrir los requerimientos semanales de estos. El control de entrega y cantidades de EPPs será realizado a través del formato 001 (Anexo 1)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

9.1.4 EVALUACIÓN DE POLVO RESPIRABLE

¿Para qué se evaluará el nivel de polvo en el aire?

Es necesario conocer el nivel de polvo ambiental para saber si el nivel se encuentra dentro del margen establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para aire. Esta información nos servirá para saber si las medidas preventivas y correctivas están funcionando de manera correcta y estén dando resultados positivos. En caso de que no, tendrá que modificarse o cambiarse estas medidas.

¿Cómo se realizará la medición de polvo en el aire?

Existen diferentes metodologías las cuales utilizan diferentes equipos o herramientas para determinar el nivel de material particulado en el aire. Depende de la empresa decidir qué metodología usar. No obstante, ya que solo se necesita medir el PM_{10} se recomienda utilizar un muestreador de bajo volumen.

El muestreo de material particulado será realizado en el/los ambiente/s en los que el encargado de medio ambiente considera. Como mínimo deberá hacerse un muestreo en la empresa, en la zona exterior o interior de la nave industrial. Estos muestreos se realizarán trimestralmente para tener 4 datos de todo el año y con ello realizar el análisis correspondiente.



Fotografía 2 Muestreador de bajo volumen - Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

9.1.5 PROGRAMA DE LIMPIEZA

¿En qué consiste la limpieza de ambientes?

El orden y la limpieza son aspectos necesarios para que una empresa tenga un ambiente grato y seguro. Esto evita que existan diferentes peligros que podrían ocasionar incendios, accidentes, enfermedades ocupacionales, etc. Entonces, se deben establecer las acciones correspondientes para lograr un ambiente libre de polvo ambiental.

Tabla 3 Programa de Limpieza

PROGRAMA DE LIMPIEZA METSO	Programa para la Limpieza de Ambientes y pasillos Metso Outotec S.A.C.
Objetivo	Ofrecer medidas preventivas para la limpieza y desinfección de agentes físicos, químicos o biológicos en los lugares de trabajo.
Alcance	Aplica a todos los trabajadores de la empresa Metso y al área de limpieza para su ejecución.
Ubicación	Será aplicado dentro de la nave industrial (METSO): en las oficinas, cafetería y comedor, pasillos, almacenes cerrados, baños y otros espacios cerrados que requieran limpieza. La vía de ingreso sin pavimentar a la empresa es un espacio público y está fuera del alcance del programa de limpieza.

Fuente: Elaboración propia

Lineamientos:

1. Principios: remoción de polvo, frecuente desinfección y el uso de productos de desinfección
2. Las superficies en constante contacto con las manos deberán ser limpiadas con frecuencia. Esto incluye (pero no limita) a: puertas en áreas de entradas o salidas, mostradores, estantes, superficies de escritorio, sillas, mesas, teléfonos, teclados de computadoras, switches, lavamanos, superficies en la cocina, electrodomésticos, perillas, pasamanos, superficies horizontales, herramientas y utilería compartida, maquinarias, etc.
3. De ser necesario, los trabajadores deberán apoyar con la limpieza y el orden de sus zonas de trabajo y áreas comunes aledañas.
4. En la cafetería/comedor de ser posible se usará cubiertos, vasos y platos desechables. Caso contrario los utensilios y vajillas deberán ser correctamente lavados con agua y jabón.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5. Deberán ser incrementados los puntos de recolección de basura y almacenamiento de esta.
6. Si se sospecha de alguna persona presente síntomas relacionadas con la pandemia, deberá ser limpiada y desinfectada su zona de trabajo como cualquier otro lugar o equipo que haya podido estar en contacto.
7. Es importante la identificación oportuna de proveedores, precios, inventario disponible (logística); y tiempo de entrega de EPPs, desinfectantes y otros productos de limpieza.
8. El uso del formato de limpieza de los ambientes será obligatorio. Este servirá como indicador de la eficiencia de las medidas aplicadas (Anexo 2).



Tabla 4 Frecuencia de Limpieza de las áreas dentro de la empresa

FRECUENCIA DE LIMPIEZA		
La frecuencia de limpieza variaría de dos factores: - El incremento o disminución de polvo en los ambientes - Casos de personal con enfermedades respiratorias (ER) La desinfección de ambientes deberá ser obligatoria de manera ininterrumpida, combinado con un nivel reducido de actividad en el área durante la sospecha de algún personal con síntomas por ER.		
Área	Frecuencia	Observaciones
Áreas públicas: recepción, pasillos, etc.	3 veces al día	La actividad en estas áreas puede ser reducida

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

		considerablemente si se sospecha de una persona con síntomas de enfermedades respiratorias.
Sala de juntas	Después de cada reunión y al final del día	Dejar un tiempo entre las reuniones para la limpieza.
Oficinas privadas	Al inicio de la jornada laboral	Cada oficina deberá contar con los materiales e insumos para poder realizar la limpieza en caso de que no se haya podido realizar por el personal de limpieza.
Oficinas compartidas/cubículos	2 veces al día: al inicio de la jornada laboral y después de la hora de almuerzo	Cada oficina deberá contar con los materiales e insumos para poder realizar la limpieza en caso de que no se haya podido realizar por el personal de limpieza.
Cafetería/comedor	Cada 2 horas	Estas áreas deberán contar con sus materiales como paños y esponjas exclusivas para estas zonas.
Baños	Cada 2 horas	Optar por secar las manos con papel y disponer de dispensadores de alcohol en gel
Almacenes cerrados/otros	Mínimo 1 vez al día.	

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

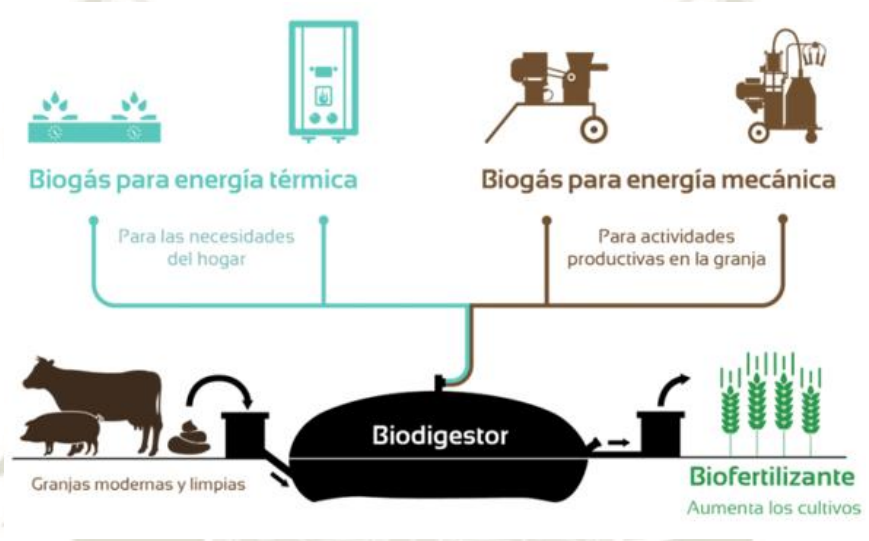
REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

9.2 CORRECTIVAS

9.2.1 APLICACIÓN DEL BIOL SOBRE LA VIA DE INGRESO

¿Qué es el biol?

El biol es un abono orgánico liquido resultante de la descomposición anaeróbica de residuos animales y vegetales. Su composición química depende del tipo de residuo orgánico del cual se obtiene.



Para esta medida el biol deberá ser de origen vegetal, es decir, sin materia orgánica de origen animal (estiércol vacuno, porcino, aviar, cuyes, etc.).

¿Cómo actúa el biol?

En este caso, el biol actúa como agente supresor de polvo. Al ser vertido sobre el suelo, aumenta la humedad de este, evitando que las partículas de polvo sean levantadas con mayor facilidad.

¿Cómo se aplica?

Se plantea la siguiente metodología:

1. Crear una solución compuesta de biol y agua, la cual tendrá la siguiente concentración: ¾ (75%) de biol y ¼ (25%) de agua. Esta solución deberá ser preparada en el momento previo a su vertimiento, es decir, el mismo día de la aplicación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2. Verter la solución sobre la vía de ingreso de manera uniforme. La metodología e instrumentos de vertimiento/riego serán designados por la empresa, de acuerdo con las capacidades y logística de esta. La cantidad de riesgos realizados al día serán determinados de acuerdo con los requerimientos de la empresa tomando en cuenta la jornada laboral.



¿Es factible?

Para esta medida correctiva, se realizo un trabajo a menor escala utilizando biol que costo S/. 55.0 x 20 litros. El área de experimentación se trató de un espacio de 3.15 m^2, donde determinó que para cubrirlo en su totalidad se requieren 6 litros de solución de biol + agua: 75% es biol, por lo que la cantidad requerida de este insumo para esta área es de 4.5 litros.

Sabiendo que el área total de la vía de ingreso principal a la empresa es de 3243 m^2, se estima que por aplicación se necesitara una cantidad aproximada de 6177 litros de solución, requiriendo 4633 litros por aplicación. Teniendo en cuenta el costo del biol mencionado anteriormente, se estima un costo de S/. 12740.

Cabe mencionar que en esta evaluación no se está considerando costos de mano de obra o maquinara/equipos a utilizar.

Según los cálculos previos, se puede concluir que la metodología del biol una medida con poca factibilidad económica debido a los costos que supone, sin embargo, se presenta opciones que podrían mejorar notablemente su aplicación y beneficiar a diferentes actores:

- La tercerización de las labores.
- El trabajo en conjunto con las diferentes empresas de la zona (vía de ingreso) que sufren del mismo problema (polvo ambiental).
- El trabajo en conjunto con los entes públicos (municipalidades, gobierno regional), ya que estas pueden obtener el biol a través de sus programas de manejo de residuos orgánicos, tratamiento de áreas verdes, etc.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

X. MONITOREO Y EVALUACIÓN

El monitoreo servirá para recolectar y usar información sobre los objetivos a cumplir, usando los indicadores con sus respectivos instrumentos para ello:

Tabla 5 Monitoreo y Evaluación

N	OBJETIVOS ESPECIFICOS	LINEAS DE ACCION	INDICADORES	INSTRUMENTO
1	Sensibilizar y capacitar	Difusión de la información	**Porcentaje de áreas implementadas con material informativo.**	Checklist de áreas
		Desarrollo de charlas informativas	**Porcentaje de trabajadores sensibilizados**	Checklist de asistencia / evaluación
2	Uso de Equipos de protección personal.	Entrega de Equipos de protección personal.	**Porcentaje de trabajadores que recibieron EPPs.**	Formato 1
3	Aplicación de biol en la vía de ingreso a la empresa.	Metodología de biol	**Concentración de material particulado (Pm10) en el aire**	Muestreador de polvo
4	Mejorar el sistema de limpieza de las	Aplicar un nuevo programa de limpieza	**Cantidad de veces que se realiza la limpieza.**	Formato 2

Fuente: Elaboración propia

La evaluación consta de analizar los resultados, según su relevancia y eficiencia. De acuerdo con las conclusiones resultantes de la evaluación, se tomarán decisiones relacionadas al proceso.

Cada evaluación será realizada por el responsable a cargo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

XI. MEJORA

Se basa en los resultados obtenidos del monitoreo y evaluación del cumplimiento de las metas establecidas en el plan, realizando un análisis de verificación de estas, prestando atención en aquellas que no se hayan concretado o cuyos porcentajes de avances sean bajos.

Sobre estas, se evaluarán las metodologías aplicadas, observando su eficiencia reflejada en el impacto generado en el trabajador; así mismo, se discutirán nuevas medidas con la finalidad de optimizar procedimientos que puedan brindar un resultado buscando el 100% de efectividad.

Finalmente, sobre la metodología de biol, se recomienda el trabajo conjunto con las empresas existentes en el lugar, con la finalidad de reducir gastos y optimizar procesos. Ergo, las entidades públicas generarían inversión en la zona, logrando una mejora ambiental.

XII. CRONOGRAMA

El cronograma de aplicación de las actividades del plan será establecido por la empresa e ira de acuerdo con las siguientes directrices:

- Sobre la entrega de EPPs, se recomienda que se lleven a cabo el lunes previo al inicio de labores semanales, y la evaluación de los registros de entrega se realicen al final de la jornada semanal.
- Sobre las charlas informativas y capacitación, se estableció que se brinde charlas de 5 minutos diarias, previo al inicio de labores; las capacitaciones (sobre el PM_{10}) deberán estar contempladas en el Programa anual de Capacitaciones.
- Sobre la metodología de aplicación del biol se estableció que será de aplicación diaria en la temporada seca (marzo a diciembre).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Sensibilización y Capacitación																																															
Difusión de la información a través de pancartas e infografías en los distintos ambientes de la empresa	■								■								■								■								■								■							
Desarrollo de charlas informativas	■												■												■												■											
Minimización del impacto en los trabajadores																																															
Entrega de Equipos de Protección Personal.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Reducción del nivel de material particulado ambiental																																															
Aplicación de la metodología del biol sobre la vía de ingreso a la empresa									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Mejora del sistema de limpieza de las instalaciones																																															
Aplicación de programa de limpieza en ambientes	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■			
Monitoreo y Evaluación																																															
Sensibilización y capacitación	■								■								■								■								■								■							
Uso de Equipos de Protección Personal	■												■												■												■											
Aplicación y riego con biol																					■																				■							
Programa de limpieza	■								■								■								■								■								■							

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO 01

FORMATO 001 – ENTREGA DE EPPS – PARTICULAS RESPIRABLES					
GERENCIA					
RESPONSABLE DE LA ENTREGA				FIRMA	
HORA		FECHA			
NOMBRE	PROTECCION RESPIRATORIA		PROTECCION OCULAR		
	TIPO DE MASCARILLA	CANTIDAD	TIPO DE LENTES DE SEGURIDAD	CANTIDAD	FIRMA

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO 02

FORMATO 002 – LIMPEZA DE AMBIENTES – POLVO								
AMBIENTE O PASILLO								
NOMBRE DEL PERSONAL QUE REALIZA LA LIMPIEZA	FECHA	HORA	MARQUE CON UNA X			INSUMOS	FIRMA	COMENTARIOS
			PISOS	MUEBLERIA	RETIRO DE BASURA			

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO 01

FORMATO DE ENTREVISTA

AFECTACION DEL POLVO EN LAS EMPRESAS UBICADAS EN EL PARQUE INDUSTRIAL RIO SECO

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Nombres y apellidos: _____**Fecha:** __/__/__

Cargo: _____**Área:** _____ **Firma:** _____

AFECTACIÓN DEL POLVO EN LAS EMPRESAS UBICADAS EN EL PIRS

I. AFECCIÓN DEL POLVO EN LA EMPRESA

1. ¿Cómo ha afectado el polvo a tu trabajo diario?
2. ¿Cómo ha afectado el polvo a la infraestructura de la empresa?
3. ¿Cómo ha afectado el polvo a los equipos con los que trabaja?

II. CONOCIMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA DEL POLVO EN LA EMPRESA

4. ¿Sabe usted cuáles son los efectos del polvo en el ambiente?
5. ¿Cuáles son las fuentes de generación de polvo que ha podido identificar?
6. ¿Conoce alguna medida de control de polvo implementada en la empresa?

☐ Sí ☐ No

¿Por qué?:

III. IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL DE POLVO

7. ¿Qué medidas propondría usted para disminuir la afección del polvo en la empresa?
8. ¿Estaría de acuerdo con la implementación de un Plan de Gestión para el Control de Polvo en la empresa?

☐ Si ☐ No

¿Por qué?:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO 02

FORMATO DE VALIDACION DE ENTREVISTA

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENO DE RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN POR JUECES EXPERTOS

Estimado juez experto, como parte del procedimiento de validación de nuestro instrumento de recopilación de información ***"Entrevista a los trabajadores de la empresa Metso OUTOTEC***", que forma parte de la tesis de pregrado ***"Propuesta de un Plan de Gestión para el Control de Material Particulado PM_{10} basado en el uso de Biol como agente Supresor en una empresa de Servicios Industriales en Río Seco, Arequipa 2020"*** agradeceremos su valiosa colaboración en la evaluación de dicho instrumento.

La entrevista será dirigida hacia trabajadores de la empresa METSO que ocupan puestos relevantes, con la finalidad de obtener un diagnóstico fiable de la problemática actual del polvo y como esta afecta en las labores. La entrevista consta de 08 preguntas divididas en 03 bloques, los cuales fueron diseñados bajo los siguientes objetivos específicos:

BLOQUE		OBJETIVO ESPECÍFICO
Bloque 1	Impacto del polvo	Conocer cuáles son los efectos y afecciones del polvo en la empresa y sus trabajadores.
Bloque 2	Conocimiento de la problemática del polvo	Determinar el conocimiento de poseen los trabajadores sobre la problemática del polvo.
Bloque 3	III: Implementación de medidas de control de polvo	Conocer el compromiso de los trabajadores para solucionar la problemática del polvo.

De acuerdo a la siguiente ponderación, califique cada uno de las preguntas según corresponda.

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Importancia La pregunta es relevante en el bloque general.	1. En desacuerdo	La pregunta puede ser eliminada y no afecta el objetivo del bloque.
	2. Neutral	La pregunta presenta relevancia, pero no es esencial.
	3. De acuerdo	La pregunta es relevante.
	4. Totalmente de acuerdo	La pregunta es muy esencial para el objetivo del bloque.
Contenido La pregunta guarda relación lógica con el bloque.	1. En desacuerdo	La pregunta no guarda relación con el objetivo del bloque.
	2. Neutral	La pregunta guarda relación con el objetivo del bloque, pero puede ser omitida.
	3. De acuerdo	La pregunta se relaciona con el objetivo del bloque.
	4. Totalmente de acuerdo	La pregunta se encuentra completamente relacionada con el objetivo del bloque.
Claridad La pregunta se entiende fácilmente.	1. En desacuerdo	La pregunta no es clara.
	2. Neutral	La pregunta requiere de modificaciones para ser entendida.
	3. De acuerdo	La pregunta es clara.
	4. Totalmente de acuerdo	La pregunta es clara y precisa con el objetivo del bloque.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PUNTUACIÓN SEGÚN PONDERACIÓN					
Preguntas		**Importancia**	**Contenido**	**Claridad**	**Observaciones**
Bloque I: Impacto del polvo					
1.	¿Cómo afecta el polvo en tu trabajo diario?				
2.	¿Cómo afecta el polvo la infraestructura de la empresa?				
3.	¿Cómo afecta el polvo a los equipos con los que trabajo?				
Bloque II: Conocimiento de la problemática del polvo					
4.	¿Sabe usted cuáles son los efectos del polvo en el ambiente?				
5.	¿Cuáles creen que son las causas del problema del polvo en la empresa?				
6.	¿Tiene conocimiento de las medidas que ha tomado la empresa respecto al problema del polvo?				
Bloque III: Implementación de medidas de control de polvo					
7.	¿Qué medidas propondría usted para disminuir la afección del polvo en la empresa?				
8.	¿Estaría de acuerdo con la implementación de un Plan de Gestión para el Control de Polvo en la empresa?				

A continuación, califique los bloques con una valoración general del 1 al 10, siendo 1 el mínimo puntaje y 10 el máximo:

BLOQUE	**VALORACIÓN**
Bloque I: Impacto del polvo	
Bloque II: Conocimiento de la problemática del polvo	
Bloque III: Implementación de medidas de control de polvo	

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA NTA MARÍA

VALIDEZ (marque con una x)					
Aplicable		No aplicable		Aplicable atendiendo a observaciones	
Instrumento validado por:					
Empresa					
Cargo					
Correo electrónico					

Firma

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO 03

RESULTADOS DE VALIDACION DE ENTREVISTA

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENO DE RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN POR JUECES EXPERTOS

Estimado juez experto, como parte del procedimiento de validación de nuestro instrumento de recopilación de información ***"Entrevista a los trabajadores de la empresa Metso OUTOTEC"***, que forma parte de la tesis de pregrado ***"Propuesta de un Plan de Gestión para el Control de Material Particulado PM_{10} basado en el uso de Biol como agente Supresor en una empresa de Servicios Industriales en Río Seco, Arequipa 2020"*** agradeceremos su valiosa colaboración en la evaluación de dicho instrumento.

La entrevista será dirigida hacia trabajadores de la empresa METSO que ocupan puestos relevantes, con la finalidad de obtener un diagnóstico fiable de la problemática actual del polvo y como esta afecta en las labores. La entrevista consta de 08 preguntas divididas en 03 bloques, los cuales fueron diseñados bajo los siguientes objetivos específicos:

BLOQUE		OBJETIVO ESPECÍFICO
Bloque 1	Impacto del polvo	Conocer cuáles son los efectos y afecciones del polvo en la empresa y sus trabajadores.
Bloque 2	Conocimiento de la problemática del polvo	Determinar el conocimiento de poseen los trabajadores sobre la problemática del polvo.
Bloque 3	III: Implementación de medidas de control de polvo	Conocer el compromiso de los trabajadores para solucionar la problemática del polvo.

De acuerdo a la siguiente ponderación, califique cada uno de las preguntas según corresponda.

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Importancia La pregunta es relevante en el bloque general.	1. En desacuerdo	La pregunta puede ser eliminada y no afecta el objetivo del bloque.
	2. Neutral	La pregunta presenta relevancia, pero no es esencial.
	3. De acuerdo	La pregunta es relevante.
	4. Totalmente de acuerdo	La pregunta es muy esencial para el objetivo del bloque.
Contenido La pregunta guarda relación lógica con el bloque.	1. En desacuerdo	La pregunta no guarda relación con el objetivo del bloque.
	2. Neutral	La pregunta guarda relación con el objetivo del bloque, pero puede ser omitida.
	3. De acuerdo	La pregunta se relaciona con el objetivo del bloque.
	4. Totalmente de acuerdo	La pregunta se encuentra completamente relacionada con el objetivo del bloque.
Claridad La pregunta se entiende fácilmente.	1. En desacuerdo	La pregunta no es clara.
	2. Neutral	La pregunta requiere de modificaciones para ser entendida.
	3. De acuerdo	La pregunta es clara.
	4. Totalmente de acuerdo	La pregunta es clara y precisa con el objetivo del bloque.

PUNTUACIÓN SEGÚN PONDERACIÓN					
	Preguntas	**Importancia**	**Contenido**	**Claridad**	**Observaciones**
Bloque I: Impacto del polvo					
1.	¿Cómo afecta el polvo en tu trabajo diario?	4	3	3	
2.	¿Cómo afecta el polvo la infraestructura de la empresa?	4	3	3	
3.	¿Cómo afecta el polvo a los equipos con los que trabajo?	4	2	2	
Bloque II: Conocimiento de la problemática del polvo					
4.	¿Sabe usted cuáles son los efectos del polvo en el ambiente?	4	3	4	
5.	¿Cuáles creen que son las causas del problema del polvo en la empresa?	4	3	3	
6.	¿Tiene conocimiento de las medidas que ha tomado la empresa respecto al problema del polvo?	3	4	3	
Bloque III: Implementación de medidas de control de polvo					
7.	¿Qué medidas propondría usted para disminuir la afección del polvo en la empresa?	4	4	4	
8.	¿Estaría de acuerdo con la implementación de un Plan de Gestión para el Control de Polvo en la empresa?	4	4	4	

A continuación, califique los bloques con una valoración general del 1 al 10, siendo 1 el mínimo puntaje y 10 el máximo:

BLOQUE	VALORACIÓN
Bloque I: Impacto del polvo	8
Bloque II: Conocimiento de la problemática del polvo	9
Bloque III: Implementación de medidas de control de polvo	10

VALIDEZ (marque con una x)					
Aplicable	X	No aplicable		Aplicable atendiendo a observaciones	
Instrumento validado por:	David Paredes Parcos				
Empresa	Autamina				
Cargo	Geólogo				
Correo electrónico	dlauparedes@geologist.com			Firma	

FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENO DE RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN POR JUECES EXPERTOS

Estimado juez experto, como parte del procedimiento de validación de nuestro instrumento de recopilación de información ***"Entrevista a los trabajadores de la empresa Metso OUTOTEC"***, que forma parte de la tesis de pregrado ***"Propuesta de un Plan de Gestión para el Control de Material Particulado PM_{10} basado en el uso de Biol como agente Supresor en una empresa de Servicios Industriales en Río Seco, Arequipa 2020"*** agradeceremos su valiosa colaboración en la evaluación de dicho instrumento.

La entrevista será dirigida hacia trabajadores de la empresa METSO que ocupan puestos relevantes, con la finalidad de obtener un diagnóstico fiable de la problemática actual del polvo y como esta afecta en las labores. La entrevista consta de 08 preguntas divididas en 03 bloques, los cuales fueron diseñados bajo los siguientes objetivos específicos:

BLOQUE		OBJETIVO ESPECÍFICO
Bloque 1	Impacto del polvo	Conocer cuáles son los efectos y afecciones del polvo en la empresa y sus trabajadores.
Bloque 2	Conocimiento de la problemática del polvo	Determinar el conocimiento de poseen los trabajadores sobre la problemática del polvo.
Bloque 3	III: Implementación de medidas de control de polvo	Conocer el compromiso de los trabajadores para solucionar la problemática del polvo.

De acuerdo a la siguiente ponderación, califique cada uno de las preguntas según corresponda.

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Importancia La pregunta es relevante en el bloque general.	1. En desacuerdo	La pregunta puede ser eliminada y no afecta el objetivo del bloque.
	2. Neutral	La pregunta presenta relevancia, pero no es esencial.
	3. De acuerdo	La pregunta es relevante.
	4. Totalmente de acuerdo	La pregunta es muy esencial para el objetivo del bloque.
Contenido La pregunta guarda relación lógica con el bloque.	1. En desacuerdo	La pregunta no guarda relación con el objetivo del bloque.
	2. Neutral	La pregunta guarda relación con el objetivo del bloque, pero puede ser omitida.
	3. De acuerdo	La pregunta se relaciona con el objetivo del bloque.
	4. Totalmente de acuerdo	La pregunta se encuentra completamente relacionada con el objetivo del bloque.
Claridad La pregunta se entiende fácilmente.	1. En desacuerdo	La pregunta no es clara.
	2. Neutral	La pregunta requiere de modificaciones para ser entendida.
	3. De acuerdo	La pregunta es clara.
	4. Totalmente de acuerdo	La pregunta es clara y precisa con el objetivo del bloque.

PUNTUACIÓN SEGÚN PONDERACIÓN					
	Preguntas	**Importancia**	**Contenido**	**Claridad**	**Observaciones**
Bloque I: Impacto del polvo					
1.	¿Cómo afecta el polvo en tu trabajo diario?	4	4	4	
2.	¿Cómo afecta el polvo la infraestructura de la empresa?	4	4	4	
3.	¿Cómo afecta el polvo a los equipos con los que trabajo?	4	4	3	
Bloque II: Conocimiento de la problemática del polvo					
4.	¿Sabe usted cuáles son los efectos del polvo en el ambiente?	4	4	4	
5.	¿Cuáles creen que son las causas del problema del polvo en la empresa?	4	4	4	
6.	¿Tiene conocimiento de las medidas que ha tomado la empresa respecto al problema del polvo?	3	4	4	
Bloque III: Implementación de medidas de control de polvo					
7.	¿Qué medidas propondría usted para disminuir la afección del polvo en la empresa?	4	3	4	
8.	¿Estaría de acuerdo con la implementación de un Plan de Gestión para el Control de Polvo en la empresa?	4	4	4	

A continuación, califique los bloques con una valoración general del 1 al 10, siendo 1 el mínimo puntaje y 10 el máximo:

BLOQUE	VALORACIÓN
Bloque I: Impacto del polvo	8
Bloque II: Conocimiento de la problemática del polvo	9
Bloque III: Implementación de medidas de control de polvo	9

VALIDEZ (marque con una x)					
Aplicable	X	No aplicable		Aplicable atendiendo a observaciones	
Instrumento validado por:	Juan Jose Collacso T.				
Empresa	Gorgo Misquichilca S.A.				
Cargo	Jefe de Permisos				
Correo electrónico	juan.collacso@gmail.com				

Firma

FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENO DE RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN POR JUECES EXPERTOS

Estimado juez experto, como parte del procedimiento de validación de nuestro instrumento de recopilación de información ***"Entrevista a los trabajadores de la empresa Metso OUTOTEC"***, que forma parte de la tesis de pregrado ***"Propuesta de un Plan de Gestión para el Control de Material Particulado PM_{10} basado en el uso de Biol como agente Supresor en una empresa de Servicios Industriales en Río Seco, Arequipa 2020"*** agradeceremos su valiosa colaboración en la evaluación de dicho instrumento.

La entrevista será dirigida hacia trabajadores de la empresa METSO que ocupan puestos relevantes, con la finalidad de obtener un diagnóstico fiable de la problemática actual del polvo y como esta afecta en las labores. La entrevista consta de 08 preguntas divididas en 03 bloques, los cuales fueron diseñados bajo los siguientes objetivos específicos:

BLOQUE		OBJETIVO ESPECÍFICO
Bloque 1	Impacto del polvo	Conocer cuáles son los efectos y afecciones del polvo en la empresa y sus trabajadores.
Bloque 2	Conocimiento de la problemática del polvo	Determinar el conocimiento de poseen los trabajadores sobre la problemática del polvo.
Bloque 3	III: Implementación de medidas de control de polvo	Conocer el compromiso de los trabajadores para solucionar la problemática del polvo.

De acuerdo a la siguiente ponderación, califique cada uno de las preguntas según corresponda.

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Importancia La pregunta es relevante en el bloque general.	1. En desacuerdo	La pregunta puede ser eliminada y no afecta el objetivo del bloque.
	2. Neutral	La pregunta presenta relevancia, pero no es esencial.
	3. De acuerdo	La pregunta es relevante.
	4. Totalmente de acuerdo	La pregunta es muy esencial para el objetivo del bloque.
Contenido La pregunta guarda relación lógica con el bloque.	1. En desacuerdo	La pregunta no guarda relación con el objetivo del bloque.
	2. Neutral	La pregunta guarda relación con el objetivo del bloque, pero puede ser omitida.
	3. De acuerdo	La pregunta se relaciona con el objetivo del bloque.
	4. Totalmente de acuerdo	La pregunta se encuentra completamente relacionada con el objetivo del bloque.
Claridad La pregunta se entiende fácilmente.	1. En desacuerdo	La pregunta no es clara.
	2. Neutral	La pregunta requiere de modificaciones para ser entendida.
	3. De acuerdo	La pregunta es clara.
	4. Totalmente de acuerdo	La pregunta es clara y precisa con el objetivo del bloque.

PUNTUACIÓN SEGÚN PONDERACIÓN					
	Preguntas	**Importancia**	**Contenido**	**Claridad**	**Observaciones**
Bloque I: Impacto del polvo					
1.	¿Cómo afecta el polvo en tu trabajo diario?	3	3	4	Se sugiere modificar la pregunta "Cómo ha afectado" para determinar si ya hay efectos negativos de esta condición sobre el personal.
2.	¿Cómo afecta el polvo la infraestructura de la empresa?	3	3	3	Se sugiere modificar la pregunta "Cómo ha afectado" para determinar si ya hay efectos negativos de esta condición sobre la infraestructura.
3.	¿Cómo afecta el polvo a los equipos con los que trabajo?	3	3	4	Se sugiere modificar la pregunta "Cómo ha afectado" para determinar si ya hay efectos negativos de esta condición sobre los equipos (fallas previas, mantenimiento recurrente, bajas).
Bloque II: Conocimiento de la problemática del polvo					
4.	¿Sabe usted cuáles son los efectos del polvo en el ambiente?	4	4	4	
5.	¿Cuáles creen que son las causas del problema del polvo en la empresa?	3	3	3	Incluir "¿Ha identificado la (s) fuentes de polvo? ¿Cuáles problemas genera el polvo?". Esta última puede identificar problemas distintos a los del primer bloque.
6.	¿Tiene conocimiento de las medidas que ha tomado la empresa respecto al problema del polvo?	4	4	3	
Bloque III: Implementación de medidas de control de polvo					
7.	¿Qué medidas propondría usted para disminuir la afección del polvo en la empresa?	3	3	3	Agregar en la pregunta: "¿Conoce de alguna medida de control de polvo implementada en la empresa?" a manera de línea base y determinar el impacto de estas sobre el trabajo/infraestructura/equipos (relacionado con primer bloque).
8.	¿Estaría de acuerdo con la implementación de un Plan de Gestión para el Control de Polvo en la empresa?	4	4	4	

A continuación, califique los bloques con una valoración general del 1 al 10, siendo 1 el mínimo puntaje y 10 el máximo:

BLOQUE	VALORACIÓN
Bloque I: Impacto del polvo	8
Bloque II: Conocimiento de la problemática del polvo	9
Bloque III: Implementación de medidas de control de polvo	9

VALIDEZ (marque con una x)					
Aplicable		No aplicable		Aplicable atendiendo a observaciones	X
Instrumento validado por:	Juan Carlos Jordán Arizmendi			jjordan 2021.09.10 14:52:24 -05'00'	
Empresa	Antamina				
Cargo	Ingeniero Ambiental I				
Correo electrónico	jjordan@antamina.com			Firma	

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO 04

ANALISIS ESTADISTICO DE FIABILIDAD ALFA DE CRONBACH IBM SPSS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

```
RELIABILITY
  /VARIABLES=Pregunta1 Pregunta2 Pregunta3 Pregunta4 Pregunta5 Pregunta6 Pregu
nta7 Pregunta8
  /SCALE('Importancia') ALL
  /MODEL=ALPHA
  /STATISTICS=DESCRIPTIVE SCALE
  /SUMMARY=TOTAL MEANS VARIANCE.
```

Fiabilidad

Notas

Salida creada		13-SEP-2021 16:22:25
Comentarios		
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos2
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	3
	Entrada de matriz	
Manejo de valor perdido	Definición de ausencia	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas se basan en todos los casos con datos válidos para todas las variables en el procedimiento.
Sintaxis		RELIABILITY /VARIABLES=Pregunta1 Pregunta2 Pregunta3 Pregunta4 Pregunta5 Pregunta6 Pregunta7 Pregunta8 /SCALE('Importancia') ALL /MODEL=ALPHA /STATISTICS=DESCRIPTIVE SCALE /SUMMARY=TOTAL MEANS ...
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.02
	Tiempo transcurrido	00:00:00.02

Advertencias

Cada una de las variables de componente siguiente tiene una varianza cero y se ha eliminado de la escala: Pregunta 4, Pregunta 8

El determinante de la matriz de covarianzas es cero o aproximadamente cero. Las estadísticas basadas en su matriz inversa no se pueden calcular y se visualizan como valores perdidos por el sistema.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Escala: Importancia

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	3	100,0
	Excluido[a]	0	,0
	Total	3	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,750	,750	6

Estadísticas de elemento

	Media	Desviación estándar	N
Pregunta 1	3,67	,577	3
Pregunta 2	3,67	,577	3
Pregunta 3	3,67	,577	3
Pregunta 5	3,67	,577	3
Pregunta 6	3,33	,577	3
Pregunta 7	3,67	,577	3

Estadísticas de elemento de resumen

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Máximo / Mínimo	Varianza
Medias de elemento	3,611	3,333	3,667	,333	1,100	,019
Varianzas de elemento	,333	,333	,333	,000	1,000	,000

Estadísticas de elemento de resumen

	N de elementos
Medias de elemento	6
Varianzas de elemento	6

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Pregunta 1	18,00	3,000	1,000	.	,556
Pregunta 2	18,00	3,000	1,000	.	,556
Pregunta 3	18,00	3,000	1,000	.	,556
Pregunta 5	18,00	3,000	1,000	.	,556
Pregunta 6	18,33	8,333	-1,000	.	1,000
Pregunta 7	18,00	3,000	1,000	.	,556

Estadísticas de escala

Media	Varianza	Desviación estándar	N de elementos
21,67	5,333	2,309	6

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

```
 GET DATA /TYPE=XLSX
  /FILE='C:\Users\TOSHIBA\Documents\Contenido.xlsx'
  /SHEET=name 'Contenido'
  /CELLRANGE=full
  /READNAMES=on
  /ASSUMEDSTRWIDTH=32767.
EXECUTE.
DATASET NAME Conjunto_de_datos3WINDOW=FRONT.
RELIABILITY
  /VARIABLES=Pregunta1 Pregunta2 Pregunta3 Pregunta4 Pregunta5 Pregunta6 Pregu
nta7 Pregunta8
  /SCALE('Contenido') ALL
  /MODEL=ALPHA
  /STATISTICS=DESCRIPTIVE SCALE
  /SUMMARY=TOTAL MEANS VARIANCE.
```

Fiabilidad

Notas

Salida creada		15-SEP-2021 13:23:13
Comentarios		
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos3
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	3
	Entrada de matriz	
Manejo de valor perdido	Definición de ausencia	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas se basan en todos los casos con datos válidos para todas las variables en el procedimiento.
Sintaxis		RELIABILITY /VARIABLES=Pregunta1 Pregunta2 Pregunta3 Pregunta4 Pregunta5 Pregunta6 Pregunta7 Pregunta8 /SCALE('Contenido') ALL /MODEL=ALPHA /STATISTICS=DESCRIPTIVE SCALE /SUMMARY=TOTAL MEANS ...

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Notas

Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.02
	Tiempo transcurrido	00:00:00.02

[Conjunto_de_datos3]

Advertencias

Cada una de las variables de componente siguiente tiene una varianza cero y se ha eliminado de la escala: Pregunta 6, Pregunta 8

El determinante de la matriz de covarianzas es cero o aproximadamente cero. Las estadísticas basadas en su matriz inversa no se pueden calcular y se visualizan como valores perdidos por el sistema.

Escala: Contenido

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	3	100,0
	Excluido[a]	0	,0
	Total	3	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,743	,726	6

Estadísticas de elemento

	Media	Desviación estándar	N
Pregunta 1	3,333	,5774	3
Pregunta 2	3,333	,5774	3
Pregunta 3	3,000	1,0000	3
Pregunta 4	3,667	,5774	3
Pregunta 5	3,333	,5774	3
Pregunta 7	3,333	,5774	3

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Estadísticas de elemento de resumen

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Máximo / Mínimo	Varianza
Medias de elemento	3,333	3,000	3,667	,667	1,222	,044
Varianzas de elemento	,444	,333	1,000	,667	3,000	,074

Estadísticas de elemento de resumen

	N de elementos
Medias de elemento	6
Varianzas de elemento	6

Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Pregunta 1	16,667	4,333	,971	.	,577
Pregunta 2	16,667	4,333	,971	.	,577
Pregunta 3	17,000	3,000	,866	.	,556
Pregunta 4	16,333	5,333	,500	.	,703
Pregunta 5	16,667	4,333	,971	.	,577
Pregunta 7	16,667	9,333	-,756	.	,937

Estadísticas de escala

Media	Varianza	Desviación estándar	N de elementos
20,000	7,000	2,6458	6

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

```
RELIABILITY
  /VARIABLES=Pregunta1 Pregunta2 Pregunta3 Pregunta4 Pregunta5 Pregunta6 Pregu
nta7 Pregunta8
  /SCALE('Claridad') ALL
  /MODEL=ALPHA
  /STATISTICS=DESCRIPTIVE SCALE
  /SUMMARY=TOTAL MEANS VARIANCE.
```

Fiabilidad

Notas

Salida creada		15-SEP-2021 13:20:58
Comentarios		
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos2
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	3
	Entrada de matriz	
Manejo de valor perdido	Definición de ausencia	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas se basan en todos los casos con datos válidos para todas las variables en el procedimiento.
Sintaxis		RELIABILITY /VARIABLES=Pregunta1 Pregunta2 Pregunta3 Pregunta4 Pregunta5 Pregunta6 Pregunta7 Pregunta8 /SCALE('Claridad') ALL /MODEL=ALPHA /STATISTICS=DESCRIPTIVE SCALE /SUMMARY=TOTAL MEANS ...
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.00
	Tiempo transcurrido	00:00:00.02

Advertencias

Cada una de las variables de componente siguiente tiene una varianza cero y se ha eliminado de la escala: Pregunta 4

El determinante de la matriz de covarianzas es cero o aproximadamente cero. Las estadísticas basadas en su matriz inversa no se pueden calcular y se visualizan como valores perdidos por el sistema.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Escala: Claridad

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	3	100,0
	Excluido[a]	0	,0
	Total	3	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,778	,823	7

Estadísticas de elemento

	Media	Desviación estándar	N
Pregunta 1	3,667	,5774	3
Pregunta 2	3,333	,5774	3
Pregunta 3	3,000	1,0000	3
Pregunta 5	3,333	,5774	3
Pregunta 6	3,333	,5774	3
Pregunta 7	3,667	,5774	3
Pregunta 8	3,667	,5774	3

Estadísticas de elemento de resumen

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Máximo / Mínimo	Varianza
Medias de elemento	3,429	3,000	3,667	,667	1,222	,063
Varianzas de elemento	,429	,333	1,000	,667	3,000	,063

Estadísticas de elemento de resumen

	N de elementos
Medias de elemento	7
Varianzas de elemento	7

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Pregunta 1	20,333	6,333	,803	.	,695
Pregunta 2	20,667	6,333	,803	.	,695
Pregunta 3	21,000	7,000	,189	.	,857
Pregunta 5	20,667	6,333	,803	.	,695
Pregunta 6	20,667	6,333	,803	.	,695
Pregunta 7	20,333	9,333	-,189	.	,857
Pregunta 8	20,333	6,333	,803	.	,695

Estadísticas de escala

Media	Varianza	Desviación estándar	N de elementos
24,000	9,000	3,0000	7

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

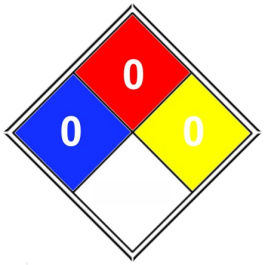
HOJA MSDS - BIOL

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Hoja de Seguridad



BIOFORCE SUELO – BIOFORCE FOLIAR

1. Nombre del producto	BIOFORCE – SUELO / BIOFORCE - FOLIAR
2. Especificaciones del producto	
Clasificación: Producto único o mezcla de productos	Producto único
Composición:	Materia orgánica biofermentada
Composición de microorganismos:	Nitrogeno, Fósforo, Potasio, Calcio, , Magnesio, Sodio, Magnesio.
3. Clasificación de peligrosidad o daños	
Nombre de la clasificación:	No aplica
Peligrosidad:	No es inflamable
Dañido:	No
Efectos al ambiente:	Ninguno
4. Medidas de emergencia	
En caso de contacto con los ojos:	Lavar con agua limpia
En caso de contacto con la piel:	Lavar con agua limpia
En caso de ser absorbido:	No hay necesidad de asistencia. En caso de Sentirse mal, buscar asistencia médica.
En caso de ser ingerido:	No hay necesidad de asistencia. En caso de Sentirse mal, buscar asistencia médica.
5. Medidas en caso de incendio	
Alejar de la fuente de incendio:	Seguir medidas generales
6. Medidas en caso de derrame	
Para cantidades pequeñas:	Limpiar con un paño
Para grandes cantidades:	Lavar con agua
7. Medidas para manejo del producto y almacenamiento	
Manejo:	Evitar el manejo brusco como caidas o golpes.
	No acercar directamente a la membrana mucosa.
Almacenamiento:	Guardar bajo sombra LEJOS DE LOS AGROQUÍMICOS
8. Datos físicos y químicos	
Vista general:	Líquido Marrón oscuro – Marrón claro
Gravedad:	1
Densidad:	1
pH:	4.2
Solidificación:	0
9. Información de peligrosidad	
Inflamable:	No
Estabilidad y reacción:	Estable con manejo adecuado
10. Nota en caso de abandono	En caso de abandono eliminar a través del sistema de alcantarillado o tanque séptico
11. Nota para transporte	Evitar caidas y golpes bruscos.
12. Información Toxicológica:	No afecta afecta a seres vivos. Biodegradable

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

13. Disposición del producto	
No presenta restricciones.	
DE LA CLASIFICACIÓN:	No aplica
Peligrosidad:	No es inflamable
Dañido:	No
Efectos al ambiente:	Ninguno
Medidas de emergencia	
En caso de contacto con los ojos:	Lavar con agua limpia
En caso de contacto con la piel:	Lavar con agua limpia
En caso de ser absorbido:	No hay necesidad de asistencia/En caso de sentirse mal, buscar asistencia médica
En caso de ser ingerido:	No hay necesidad de asistencia/En caso de sentirse mal, buscar asistencia médica
Medidas en caso de incendio	
Alejar de la fuente de incendio:	Seguir medidas generales
Medidas en caso de derrame	
Para cantidades pequeñas:	Limpiar con un paño
Para grandes cantidades:	Lavar con agua
Medidas para manejo del producto y almacenamiento	
Manejo:	Evitar manejo brusco como caÍdas o golpes. Evitar derrames.
	No acercar directamente a la membrana mucosa.
Almacenamiento:	No congelar y guardar bajo sombra
Datos físicos y químicos	
Vista general:	Líquido amarillo - marrón oscuro
Gravedad:	1
Densidad:	1
pH:	3.5
Solidificación:	0
Información de peligrosidad	
Inflamable:	No
Estabilidad y reacción:	Estable con manejo adecuado
Nota en caso de abandono	En caso de abandono eliminar a través del sistema de alcantarillado con tanque séptico
Nota para transporte	Igual que manejo
Otros contactos:	dupso.ventas@gmail.com - 993088901

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

INFORME DE LABORATORIO - AIRE

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-683

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: CIFMA SUMINISTROS Y SERVICIOS S.A.C.
2.-DIRECCIÓN	: CAL.28 DE JULIO NRO. 302 URB. MARISCAL CASTILLA AREQUIPA - AREQUIPA - CERRO COLORADO
3.-PROYECTO	: PROPUESTA DE UN PLAN DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO (PM 10) BASADO EN EL USO DE BIOL COMO AGENTE SUPRESOR EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS INDUSTRIALES EN RÍO SECO, AREQUIPA 2020
4.-PROCEDENCIA	: EXTERIORES DE LA EMPRESA METSO OUTOTEC (LATERAL 5, LOTE5, PARQUE INDUSTRIAL RÍO SECO)
5.-SOLICITANTE	: DIEGO ALONSO CÁRDENAS FLORES
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-21-0238
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: P-OPE-1 MUESTREO
8.-MUESTREADO POR	: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2021-02-05

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Aire
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2021-01-22
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2021-01-22 al 2021-02-05

Marco Valencia Huerta
Ingeniero Químico
Nº CIP 152207

Los resultados contenidos en el presente documento sólo estan relacionados con los items ensayados.
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-683

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
Material particulado PM 10 Bajo volumen (*)	EPA-Compendium Method IO - 2.3 -1999	Sampling of Ambient Air for PM10 Concentration Using the Rupprecht and Patashnick (R&P). Low Volume Partisol Sampler.

"EPA" : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-683

IV. RESULTADOS

ITEM				1
			CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-21-02327
			CÓDIGO DEL CLIENTE:	CA-01
			COORDENADAS:	E:0223495
			UTM WGS 84:	N:8190209
			PRODUCTO:	AIRE
			INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	I-OPE-1.2
			INICIO DE MUESTREO (FECHA y HORA):	21-01-2021 10:10
			FIN DE MUESTREO (FECHA y HORA):	22-01-2021 10:10
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**
Material particulado PM 10 Bajo volumen (*)	µg/m3	0,2105	0,7018	136,5418

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado
NA: No Aplica

"FIN DE DOCUMENTO"

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

INFORME DE LABORATORIO - SUELO

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

MTC 3 108 "DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO"
ASTM D 2216 "STANDARD TEST METHOD OF LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK"

Proyecto:	PROPUESTA DE UN PLAN DE GESTION PARA EL CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO (PM10) BASADO EN EL USO DE BIOL COMO AGENTE SUPRESOR EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS INDUSTRIALES EN RIO SECO, AREQUIPA 2020
Solicita:	DIEGO ALONSO CARDENAS FLORES - JULIO CESAR ALEGRIA TEJADA
Ubicación:	PARQUE INDUSTRIAL RIO SECO - DISTRITO DE CERRO COLORADO - PROVINCIA DE AREQUIPA - REGION DE AREQUIPA
Fecha:	15/01/2021

SECTOR	SUB CUADRANTE	DOSIFICACION	TIEMPO (minutos)	MASA HUMEDA + CAPSULA (g)	MASA SECA + CAPSULA (g)	MASA CAPSULA (g)	MASA AGUA (g)	HUMEDAD (%)
1	0	NINGUNO	-	936.00	931.00	99.00	5.00	**0.6**
1	1.1	A	0	444.00	412.00	82.00	32.00	**9.7**
1	1.1	A	15	549.00	513.00	83.00	36.00	**8.4**
1	1.1	A	30	512.00	483.00	72.00	29.00	**7.1**
1	1.1	A	45	652.00	623.00	88.00	29.00	**5.4**
1	1.1	A	60	562.00	539.00	74.00	23.00	**4.9**
1	1.1	A	75	758.00	739.00	98.00	19.00	**3.0**
1	1.2	B	0	518.00	481.00	92.00	37.00	**9.5**
1	1.2	B	15	618.00	580.00	92.00	38.00	**7.8**
1	1.2	B	30	621.00	582.00	86.00	39.00	**7.9**
1	1.2	B	45	709.00	675.00	100.00	34.00	**5.9**
1	1.2	B	60	785.00	746.00	99.00	39.00	**6.0**
1	1.2	B	75	831.00	802.00	101.00	29.00	**4.1**
1	1.3	C	0	641.00	599.00	88.00	42.00	**8.2**
1	1.3	C	15	656.00	618.00	91.00	38.00	**7.2**
1	1.3	C	30	699.00	658.00	86.00	41.00	**7.2**
1	1.3	C	45	827.00	783.00	86.00	44.00	**6.3**
1	1.3	C	60	808.00	772.00	100.00	36.00	**5.4**
1	1.3	C	75	668.00	646.00	98.00	22.00	**4.0**

OBSERVACIONES:	**LAS MUESTRAS ENSAYADAS FUERON MUESTREADAS Y PUESTAS EN LAS INSTALACIONES DEL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE**

EQUIPO UTILIZADO

EQUIPO	TIPO	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CALIBRACION	CERTIFICADO DE CALIBRACION
BALANZA	ELECTRONICA	OHAUS	R31P30	8339530426	14/09/2020	1101 - 2020
HORNO	ELECTRICO	FORNEY	LA-0886-86	B22-03373	12/12/2020	MT-LT-206-2020

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO
INGEOELEC

Jose Manuel Ticona Huilca
INGENIERO CIVIL
CIP 224915
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Pavimentos y Concreto

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial del presente certificado sin el expreso consentimiento por escrito de INGEOELEC S.A.C.
El laboratorio no se hace responsable del uso y la interpretación de los datos del presente certificado.
El certificado corresponde únicamente a la muestra ensayada.

MTC 3 108 "DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO"
ASTM D 2216 "STANDARD TEST METHOD OF LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK"

Proyecto:	PROPUESTA DE UN PLAN DE GESTION PARA EL CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO (PM10) BASADO EN EL USO DE BIOL COMO AGENTE SUPRESOR EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS INDUSTRIALES EN RIO SECO, AREQUIPA 2020
Solicita:	DIEGO ALONSO CARDENAS FLORES - JULIO CESAR ALEGRIA TEJADA
Ubicación:	PARQUE INDUSTRIAL RIO SECO - DISTRITO DE CERRO COLORADO - PROVINCIA DE AREQUIPA - REGION DE AREQUIPA
Fecha:	15/01/2021

SECTOR	SUB CUADRANTE	DOSIFICACION	TIEMPO (minutos)	MASA HUMEDA + CAPSULA (g)	MASA SECA + CAPSULA (g)	MASA CAPSULA (g)	MASA AGUA (g)	HUMEDAD (%)
2	0	NINGUNO	-	876.00	872.00	119.00	4.00	**0.5**
2	2.1	A	0	937.00	894.00	313.00	43.00	**7.4**
2	2.1	A	15	621.00	589.00	118.00	32.00	**6.8**
2	2.1	A	30	733.00	701.00	120.00	32.00	**5.5**
2	2.1	A	45	618.00	590.00	89.00	28.00	**5.6**
2	2.1	A	60	727.00	710.00	125.00	17.00	**2.9**
2	2.2	B	0	863.00	829.00	312.00	34.00	**6.6**
2	2.2	B	15	684.00	658.00	188.00	26.00	**5.5**
2	2.2	B	30	656.00	632.00	89.00	24.00	**4.4**
2	2.2	B	45	686.00	659.00	122.00	27.00	**5.0**
2	2.2	B	60	677.00	655.00	125.00	22.00	**4.2**
2	2.3	C	0	770.00	730.00	192.00	40.00	**7.4**
2	2.3	C	15	778.00	740.00	188.00	38.00	**6.9**
2	2.3	C	30	738.00	707.00	101.00	31.00	**5.1**
2	2.3	C	45	702.00	674.00	119.00	28.00	**5.0**
2	2.3	C	60	689.00	665.00	120.00	24.00	**4.4**

OBSERVACIONES:	**LAS MUESTRAS ENSAYADAS FUERON MUESTREADAS Y PUESTAS EN LAS INSTALACIONES DEL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE**

EQUIPO UTILIZADO						
EQUIPO	**TIPO**	**MARCA**	**MODELO**	**SERIE**	**FECHA CALIBRACION**	**CERTIFICADO DE CALIBRACION**
BALANZA	ELECTRONICA	OHAUS	R31P30	8339530426	14/09/2020	1101 - 2020
HORNO	ELECTRICO	FORNEY	LA-0886-86	B22-03373	12/12/2020	MT-LT-206-2020

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO
INGEOELEC
INGENIERIA GEOTECNIA Y ELECTRICIDAD

Jose Manuel Ticona Huilca
INGENIERO CIVIL
CIP 224915
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Pavimentos y Concreto

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial del presente certificado sin el expreso consentimiento por escrito de INGEOELEC S.A.C.
El laboratorio no se hace responsable del uso y la interpretación de los datos del presente certificado.
El certificado corresponde únicamente a la muestra ensayada.

MTC 3 108 "DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO"
ASTM D 2216 "STANDARD TEST METHOD OF LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK"

Proyecto:	PROPUESTA DE UN PLAN DE GESTION PARA EL CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO (PM10) BASADO EN EL USO DE BIOL COMO AGENTE SUPRESOR EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS INDUSTRIALES EN RIO SECO, AREQUIPA 2020
Solicita:	DIEGO ALONSO CARDENAS FLORES - JULIO CESAR ALEGRIA TEJADA
Ubicación:	PARQUE INDUSTRIAL RIO SECO - DISTRITO DE CERRO COLORADO - PROVINCIA DE AREQUIPA - REGION DE AREQUIPA
Fecha:	16/01/2021

SECTOR	SUB CUADRANTE	DOSIFICACION	TIEMPO (minutos)	MASA HUMEDA + CAPSULA (g)	MASA SECA + CAPSULA (g)	MASA CAPSULA (g)	MASA AGUA (g)	HUMEDAD (%)
3	0	NINGUNO	-	618.00	617.00	101.00	1.00	**0.2**
3	3.1	A	0	565.00	525.00	88.00	40.00	**9.2**
3	3.1	A	15	536.00	507.00	86.00	29.00	**6.9**
3	3.1	A	30	514.00	489.00	86.00	25.00	**6.2**
3	3.1	A	45	646.00	619.00	101.00	27.00	**5.2**
3	3.1	A	60	555.00	539.00	100.00	16.00	**3.6**
3	3.2	B	0	539.00	503.00	99.00	36.00	**8.9**
3	3.2	B	15	607.00	586.00	98.00	21.00	**4.3**
3	3.2	B	30	619.00	595.00	120.00	24.00	**5.1**
3	3.2	B	45	533.00	520.00	89.00	13.00	**3.0**
3	3.2	B	60	491.00	473.00	74.00	18.00	**4.5**
3	3.2	B	75	610.00	595.00	92.00	15.00	**3.0**
3	3.3	C	0	477.00	438.00	72.00	39.00	**10.7**
3	3.3	C	15	626.00	595.00	125.00	31.00	**6.6**
3	3.3	C	30	582.00	556.00	99.00	26.00	**5.7**
3	3.3	C	45	504.00	484.00	100.00	20.00	**5.2**
3	3.3	C	60	500.00	485.00	89.00	15.00	**3.8**

OBSERVACIONES:	**LAS MUESTRAS ENSAYADAS FUERON MUESTREADAS Y PUESTAS EN LAS INSTALACIONES DEL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE**

EQUIPO UTILIZADO						
EQUIPO	**TIPO**	**MARCA**	**MODELO**	**SERIE**	**FECHA CALIBRACION**	**CERTIFICADO DE CALIBRACION**
BALANZA	ELECTRONICA	OHAUS	R31P30	8339530426	14/09/2020	1101 - 2020
HORNO	ELECTRICO	FORNEY	LA-0886-86	B22-03373	12/12/2020	MT-LT-206-2020

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO
INGEOELEC
INGENIERIA GEOTECNIA Y ELECTRICIDAD

Jose Manuel Ticona Huilca
INGENIERO CIVIL
CIP 224915
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Pavimentos y Concreto

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial del presente certificado sin el expreso consentimiento por escrito de INGEOELEC S.A.C.
El laboratorio no se hace responsable del uso y la interpretación de los datos del presente certificado.
El certificado corresponde únicamente a la muestra ensayada.